NAT
5084

193.6.

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

The gift of the Naturforschende Gesellschaft in Bern

No. 123

July 9, 1884 - Oct 28, 1885.

Mittheilungen

May 25/85

der

Naturforschenden Gesellschaft

in Bern

aus dem Jahre 1884.

Redaktion: Dr. phil. J. H. Graf.

I. Heft.

Nr. 1073–1082.

Bern.
(In Commission bei Huber & Comp.)
Buchdruckerei B. F. Haller.

1884.

Inhalt.

	Seite der Sitzungsberichte.	Seite der Abhandlungen.
Fankhauser, J., Gymnasiallehrer,		
Vorkommen von Krystallen auf Schnee . .	11	
Flesch, Max, Prof. Dr.,		
Ueber einen Parasiten in der Darmwand des Pferdes. Mit einer lithographirten Tafel .		26
Ueber die Endigung der Nerven im Muskel .	10	
Ueber einen heizbaren Objekttisch . . .	14	
Demonstration von Parasiten der Hausthiere .	15	
Grützner, Prof. Dr.,		
Die neuern Untersuchungen über künstliche Befruchtung der Froscheier	16	
Guillebeau, Prof. Dr.,		
Die neuern Arbeiten über Wuth . . .	5	
Jonquière, Alfred, cand. phil.,		
Mathematische Betrachtungen über den Bau der Bienenzelle		71
Rothen, T., Adjunkt der eidg. Telegraphendirektion,		
Die neuesten Fortschritte in der elektrischen Beleuchtung	12	
Schaffer, Dr., amtlicher Chemiker und Privatdozent,		
Ueber Petroluntersuchungen	13	
Studer, Th., Prof. Dr.,		
Nachtrag zu dem Aufsatz «Ueber die Thierwelt in den Pfahlbauten des Bielersee's». Mit Tafeln		3
Mittheilungen über die Menschenschädel der Pfahlbauer	11	
Valentin, Ad., Dr. med. und Privatdozent,		
Ueber die Beschaffenheit der riechbaren Stoffe und die Ursachen des Riechens . . .		60

Sitzungsberichte.

746. Sitzung vom 12. Januar 1884.

Abends $7^1/_2$ Uhr, bei Webern.

Präsident: Guillebeau, Prof. Sekretär: Th. Steck. — Anwesend 30 Mitglieder und Gäste.

1) Der Präsident gedenkt des vor Kurzem verstorbenen Mitgliedes Herrn Prof. Schönholzer, der plötzlich durch einen Herzschlag seinen Freunden und unserer Gesellschaft entrissen wurde.

2) Herr Dr. Markusen, Privatdozent, zeigt seinen Austritt aus der Gesellschaft an.

3) Herr Dr. Ad. Valentin spricht über die zum Riechen nothwendigen Eigenschaften der riechbaren Stoffe. (Der Vortrag folgt in den Abhandlungen.)

4) An der darauf sich entwickelnden Diskussion betheiligen sich die Herren Prof. Flesch, Grützner, Dr. Sahli, Prof. Guillebeau und der Vortragende.

5) Prof. Guillebeau referirt über die neuern Arbeiten über Wuth. Zwei Gruppen von Forschern haben auf wesentlich verschiedenen Wegen sich der bessern Erkenntniss dieser infectiösen Neurose mit so langer Incubationsdauer zu nähern versucht. Die einen befassten sich mit mikroskopischen Untersuchungen der Zentralorgane des Nervensystems, auch der Speicheldrüsen, die andern machten Inoculationen.

Die Mikroskopiker, von *Benedikt* bis zu *Weller*, haben eine Infiltration des Nervengewebes mit Eiterzellen,

besonders im Rückenmark und in den Basaltheilen des Gehirnes, nur beim Hunde auch in den Hemisphären gefunden. Dieselbe befällt wesentlich die graue Substanz längs der Gefässe, doch treten auch in der Cerebrospinalflüssigkeit Eiterkörperchen auf. Gelbliche Schollen liegen in grosser Zahl in den perivasculären Räumen. Ausserdem macht *Kolessnikow* auf eine hyaline Schwellung der Gefässwand aufmerksam. Auch in den Speicheldrüsen, besonders in der Submaxillaris und Sublingualis sah *Elsenberg* eine beginnende Infiltration mit Eiterzellen.

Das Durchprobiren handlicher Versuchsthiere auf ihre Empfänglichkeit für das Wuthgift hat durch seine Ergebnisse die experimentellen Studien erheblich gefördert, *Galtier* veröffentlicht eine genaue Schilderung der Rabiessymptome beim Kaninchen und beim Schafe. Ueberdies ist er der Erfinder eines Apparates, welcher den Umgang mit wuthkranken Hunden völlig ungefährlich macht. Jetzt weiss man, dass zu Arbeiten über diese Krankheit Schafe, Ziegen, Hunde, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten und Mäuse Verwendung finden können. Die Vögel wurden sonst als immun betrachtet; doch haben nach neueren Nachrichten die von *Pasteur* gemachten Impfungen von Hühnern sehr sicher den Ausbruch der Krankheit veranlasst.

Das Contagium ist nicht nur Hunden, sondern gelegentlich auch Menschen, Rindern, Schafen, Kaninchen und Meerschweinchen entnommen worden, allein der von Schafen, Kaninchen und einigen andern, nicht zu den Fleischfressern gehörenden Thierspezies entnommene Ansteckungsstoff war in der Regel weniger wirksam, als der von Hunden kommende. Ueber Rückimpfungen von Pflanzenfressern auf den Hund liegen aus der Neuzeit keine Berichte vor. Das Contagium bringt man häufig vermit-

telst Lanzette oder Spritze in's subcutane Bindegewebe, worauf der Ausbruch der Krankheit beim Kaninchen gewöhnlich in 8 bis 43 Tagen, meistens in ungefähr drei Wochen, erfolgt. Neuerdings sichert sich *Pasteur* den sehr schätzbaren Vortheil einer Verkürzung der Incubationsdauer auf die Frist von ein bis zwei Wochen durch die direkte Inoculation des Arachnoïdalraumes auf dem Wege der Trepanation, welche *Gibier* hinwiederum durch die Einführung eines kleinen Troikarts ersetzt. Relativ viel einfacher ist die von *Galtier* zuerst geübte, vielfach auch von *Pasteur* vorgenommene Einspritzung in die Drosselvene, wobei *Galtier* Geifer, *Pasteur* dagegen Hirnsubstanz dem Organismus einverleibt. Noch einfacher, jedoch unsicher ist die Beimischung des Geifers zum Futter, denn als man fünf Kaninchen dieser Art von Infektion aussetzte, erkrankten nur zwei. Die Schleimhaut der Vagina und die Conjunktiva gewähren sichern Schutz gegen das Eindringen des Virus.

Besonders reichlich ist das Contagium in dem Geifer und in den Geweben der Zentralorgane des Nervensystems enthalten, dort durch mancherlei Beimischung verunreinigt, hier rein. Die Versuche mit den einzelnen Bestandtheilen des Geifers haben gezeigt, dass weder in dem Sekret, noch in dem aus dem Drüsengewebe der grossen Speicheldrüsen gepressten Saft der Ansteckungsstoff vorhanden ist. Derselbe befindet sich nur in dem Gewebssafte der Sublingualis und in der Maul- und Rachenschleimhaut. Selbst nachdem *Galtier* diese Schleimhaut gut abgerieben und mit Wasser gereinigt hatte, konnte er noch mit Leichtigkeit von derselben Wuthcontagium abkratzen. Paul *Bert* glaubt dagegen, der Virus befinde sich ausschliesslich im Bronchialschleim. Er wies überdies nach, dass der Geifer wuthkranker Hunde das Ferment des

normalen Speichels enthält und dass vermittelst des Filtrirens durch Gyps das Contagium von den übrigen Speichelbestandtheilen zu trennen ist, was ihn auf die organische Natur des Virus schliessen lässt. Die von *Galtier* gemachten mikroskopischen Untersuchungen des Geifers sind von wenig Belang.

Wenn die Uebertragung des Geifers beim Kaninchen anschlägt, so sind drei Ausgänge möglich: entweder entsteht die Wuthkrankheit, bei welcher das Blut nicht infektiös wird, oder es tritt rasch der Tod durch das oft nachgewiesene Speichelgift ein, wobei das Blut eine hochgradige Virulenz erlangt, oder, es entwickelt sich drittens eine intensive, tödtlich verlaufende Phlegmone um die Impfstelle mit ausgedehnter Ablösung der Haut. Letzterer Vorgang ist die Regel, wenn drei bis vier Kubikcentimeter eingespritzt werden. Die Dauerhaftigkeit der Virulenz des Geifers wechselt nach den äussern Bedingungen. Mit Wasser gemischt bleibt der Geifer über 24 Stunden wirksam; zwischen zwei Glasplatten behält er seine Ansteckungsfähigkeit zehn Tage lang, wogegen er an der Luft dieselbe bekanntermassen in wenig Stunden einbüsst.

Im Gegensatz zu *Galtier*, welcher mit der Substanz der Zentralorgane des Nervensystems ohne Erfolg impfte, hat *Pasteur* diese ganz besonders virulent gefunden. Am intensivsten wirken das Rückenmark und die Basaltheile des Gehirnes. Die Ansteckungsfähigkeit bleibt nur bis zum Eintritt der Fäulniss erhalten; bei 12° C. äusserer Temperatur dauerte sie in einem Falle mit unveränderter Stärke während drei Wochen fort. Eine mässige Kälte hat keinen Einfluss auf dieselbe; eine Abkühlung auf -40^{0} bis -43^{0} C. dagegen schwächt sie so weit ab, dass sie sich jetzt für eine günstig verlaufende Schutzimpfung eignet. In der Cerebrospinalflüssigkeit und in der grauen

Rückenmarksubstanz hat *Gibier* bei Hunden, die der Wuth erlegen sind, ganz konstant eine grosse Zahl von Organismen, deren Gestalt diejenige einer Kugel oder eines arabischen Achtes war, gefunden. Diese Coccen sind etwa zwanzig Mal kleiner, als ein rothes Blutkörperchen. Trotzdem *Gibier* ähnliche Organismen bei gesunden Hunden niemals fand, so hat er noch Bedenken, sie in genetischen Zusammenhang mit der Krankheit zu bringen.

Wirkungslos blieben die Impfungen mit Blut, mit dem Safte der Muskeln, der grossen Speicheldrüsen, des Pankreas, mit der Milch, dem Mageninhalt. Paul *Bert* führte eine gegenseitige totale Transfusion zwischen einem gesunden und einem wuthkranken Hunde durch. Der gesunde Hund erkrankte nicht, der kranke erfuhr eine deutliche Besserung, welche sein Leben um zwei Tage verlängerte.

Der Ansteckungsstoff geht rasch von der Inoculationsstelle in den Säftestrom des Organismus über. Wenn man Kaninchen an der Ohrspitze impft und das Ohr nach 30 Minuten oder einer Stunde abschneidet, so ist der Rumpf schon inficirt und das Thier erkrankt an Rabies. Während man doch wohl allgemein voraussetzt, die Resorption finde durch die Blut- und Lymphgefässe statt, äussert *Duboué* die befremdende Vermuthung, es wandere das Contagium durch die Nervenstränge von der Peripherie nach dem Gehirne und Rückenmark. Nach *Gibier* geht der Ansteckungsstoff auch durch die Placenta. Seine Versuche, die noch eine Nachprüfung erfordern, bestehen in erfolgreichen Impfungen mit der Gehirnsubstanz von Embryonen aus dem Uterus von erkrankten Thieren. Zudem beobachtete er, dass die ausgetragenen, während der Krankheit geworfenen Jungen eines Kaninchens nach dreissig Tagen ihrerseits an Wuth erkrankten.

Die Inoculationen haben auf's Neue bestätigt, dass die rasende und die stille Wuth nur zwei verschiedene, durch dieselbe Krankheitsursache hervorgerufene Symptomen-Komplexe sind. Wenn man bei Versuchen das Gehirn unmittelbar inficirt, so bekommt man fast immer die rasende Form. Spritzt man dagegen Hirn- oder Rückenmarksubstanz in die Ingularis von Hunden, so tritt in der Mehrzahl der Fälle die stille Wuth mit dem Ueberwiegen der Rückenmarkserscheinungen ein. *Galtier* konnte dagegen durch die Injektion von Geifer in die Venen von Schafen keinen Ausbruch der Krankheit erzeugen, aber die Versuchsthiere wurden für das Contagium unempfänglich, eine Eigenschaft, die der Organismus sonst nie ohne eine, wenn auch nur sehr milde, Reaktion erwirbt. *Pasteur* und *Gibier* haben Fälle von Genesung bei Impfrabies der Hunde und anderer Thiere konstatirt und durch das Ueberstehen der Krankheit ist jedes Mal die Empfänglichkeit für das Contagium getilgt worden.

An der Diskussion betheiligen sich Hr. Dozent Hess und der Vortragende.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

747. Sitzung vom 26. Januar 1884.

Abends $7\,^1/_2$ Uhr bei Webern.

Präsident: A. Guillebeau, Prof. Sekretär: Th. Steck. — Anwesend 28 Mitglieder und Gäste.

1) Die Protokolle der beiden letzten Sitzungen werden verlesen und genehmigt.

2) Die zur Aufnahme in die Gesellschaft angemeldeten Herren Dr. med. Dubois, Dr. Schlachter Lehrer und cand. phil. A. Jonquière werden einstimmig aufgenommen.

3) Zu Rechnungsrevisoren werden gewählt die Herren Rothen und Alb. Benteli, Lehrer.

4) Herr Prof. Flesch spricht über die Endigung der Nerven im Muskel. Der Vortrag erscheint in den Mittheilungen.

An der Diskussion betheiligen sich die Herren Prof. Grützner, Dr. Wälchli und der Vortragende.

5) Herr cand. phil. Alf. Jonquière liefert eine mathematische Betrachtung der Bienenzelle. (Der Vortrag erscheint in den Mittheilungen.)

An der Diskussion betheiligen sich die Herren Dr. Graf, Kuhn, Prof. Studer, Grützner, Flesch und Steck.

6) Prof. Studer macht einige Mittheilungen über die Menschenschädel der Pfahlbauer.

7) Herr Fankhauser, Lehrer, macht die Anregung, auf wenig begangenen Orten Beobachtungen über das Vorkommen von Krystallen auf dem Schnee zu machen. Der Antrag wird von Herrn Ris unterstützt.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

748. Sitzung vom 9. Februar 1884.

Abends $7^1/_2$ Uhr, bei Webern.

Präsident: Prof. A. Guillebeau. — Anwesend 45 Mitglieder.

1) Auf Antrag des Herrn A. Benteli, als Rechnungsrevisor, werden die Rechnungen der Gesellschaft und diejenige der Bibliothek pro 1883, unter warmer Verdankung an die Rechnungsgeber, genehmigt. Zugleich wurde der Wunsch ausgedrückt, es möchte durch geeignete Massregeln dem Bibliothekar ein Betriebsfond angewiesen werden, damit er für die laufenden Ausgaben nicht, wie bis dahin, auf seine Privatkasse angewiesen sei.

2) Die Herren Quartieraufseher Benteli und Hauptmann Gaudard erklären ihren Austritt aus der Gesellschaft.

3) Die Herren Dr. med. Georg Jonquière und Dr. phil. Fritschi werden in die Gesellschaft aufgenommen.

4) Herr *Rothen*, Adjunkt der Telegraphendirektion, spricht über die neuesten Fortschritte in der elektrischen Beleuchtung:

Der Redner entwickelt einleitend die Ursachen, warum das elektrische Licht noch immer nicht zu allgemeinerer Verwendung durchgedrungen ist und führte aus, dass zur Beseitigung bisheriger Uebelstände namentlich in drei Richtungen sehr wesentliche Verbesserungen eingeführt wurden, nämlich:

a. durch Verminderung der Herstellungskosten;

b. durch Vervollkommnungen in Bezug auf Ruhe und Charakter des Lichts;

c. durch Theilung.

Im ersten Abschnitt wurde die Theorie der Lichtmaschine entwickelt und gezeigt, welche Mängel die ersten Maschinen in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Erwärmung zeigten und wie diese Mängel an den neuesten Maschinen durch Einführung des Trommelarmatur und ausgiebige Ventilation gehoben wurden. Es wurde ferner an einigen Sätzen aus der Theorie von Deprez nachgewiesen, wie namentlich die Erkenntniss der theoretischen Grundbedingungen guter Maschinen Ausserordentliches zur Förderung der Frage beigetragen hat, indem sich der Gesammtwiderstand, die Klemmenspannung, die verschiedenen Schaltungsweisen etc. rein mathematisch behandeln lassen. Es wurde ferner an den neuen Messinstrumenten und den photometrischen Messungen gezeigt, dass auch durch genaue Messung der Leistungsfähigkeit diese letztere in erheblichem Masse gesteigert wurde.

Im zweiten Abschnitt entwickelte der Vortragende die Ursache der Unruhe des früheren Bogenlichtes und

wie der Umstand durch neuere Konstruktionen, namentlich diejenige von Jaspar beinahe vollständig beseitigt wurde. Er zeigte ferner, dass das Problem der Ruhe und des wohlthuenden Charakters des elektrischen Lichts in den sogenannten Glühlichtern zum vollendeten Abschluss gelangt ist.

Hinsichtlich der Theilung des elektrischen Lichtes wurde nachgewiesen, dass die Erfindung der Differenziallampe für das Bogenlicht bahnbrechend war, dass aber namentlich für das Inkandeszenz-Licht die Glühlampe dem Gas in Bezug auf Theilungsfähigkeit nicht nachsteht. An einzelnen Beispielen wurde noch die Art und Weise der Kanalisation für grössere Anlagen elektrischer Beleuchtung vorgeführt.

Zum Schlusse machte der Vortragende noch einige Mittheilungen über die Kosten der elektrischen Beleuchtung. Nachdem er dargethan hatte, wie schwierig es ist, im Allgemeinen die Kosten festzustellen und wie sehr dieselben von allerlei Zufälligkeiten abhängen, brachte er einige effektive Kostenberechnungen über wirklich existirende Anlagen, die am besten geeignet sind, ein sicheres Urtheil über den Kostenpunkt zu bilden.

An der Diskussion betheiligen sich die Herren Prof. Flesch und Prof. Pflüger.

5) Herr Dr. *Schaffer* referirt über die im Jahre 1883 in Bern von ihm ausgeführten amtlichen Petroleumprüfungen.

Veranlassung zu diesen Prüfungen hatten eine Reihe unliebsamer Vorfälle, mehr oder weniger bedeutende Explosionen, gebildet. Bei der Vergleichung der bisher angewendeten Untersuchungsmethoden stellte sich heraus, dass namentlich die gebräuchlichen Methoden der Bestimmung des Entflammungspunktes oft ziemlich unzuver-

lässige Resultate liefern. Als zuverlässiger und viel zweckentsprechender erwies sich die von Prof. Beilstein (Zeitschrift f. anal. Chemie XXII, 3) neuerdings empfohlene Destillationsmethode. Das raffinirte Erdöl (Leuchtöl, Kerosen) siedet bei 150—270° C. Die unter 150° flüchtigen leichten Oele (Naphta, Essenzen) bilden den Grund zu der Feuergefährlichkeit des Petrols. Nach Beilstein kann dasselbe als gefahrlos gelten, wenn bis zu der Temperatur von 150° C. bei Anwendung eines Dephlegmators nicht mehr als 5 % überdestilliren.

Von 15 untersuchten Mustern mussten nun gestützt hierauf zwölf beanstandet werden, indem dieselben meist über 10 % — und in einem Falle sogar 20 % — leichtere (bis zu der Temperatur von 150° C. über destillirender) Oele enthielten.

Schluss der Sitzung 10 1/2 Uhr.

749. Sitzung vom 29. Februar 1884.

Abends 7 1/2 Uhr bei Webern.

Präsident: Prof. Guillebeau. Sekretär: Th. Steck. — Anwesend 15 Mitglieder.

1) Das Protokoll der Sitzung vom 26. Januar wird verlesen und genehmigt.

2) Auf ein Zirkular der Wetterauischen Gesellschaft in Hanau, enthaltend eine Aufforderung zur Unterstützung der Ausführung eines Denkmals für die Sprachforscher Gebrüder Grimm wird nicht einzutreten beschlossen.

3) Herr Prof. *Flesch* demonstrirt einen von ihm konstruiten und bereits in der Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie ausführlich beschriebenen heizbaren Objekttisch; derselbe ist im Wesentlichen ein in der Mitte von einer Blendungsöffnung durchsetztes Metallkästchen, welches an Stelle des drehbaren Objekttisches in ein

Seibert'sches Stativ eingefügt wird. — Als Wärmequelle dient ein Strom heissen Wassers; durch Zuleitung von kaltem Wasser können schnelle Temperaturwechsel erzielt werden. Vor den Apparaten von Schultze, Stricker u. A. m. dürfte der vorgezeigte insofern einen Vorrang besitzen, als es mittelst desselben möglich ist, Untersuchungen kleiner Objekte, für welche ein *Abbe*'scher Condensor nöthig ist, ohne Einbusse an Licht auszuführen.

Hr. Prof. *Flesch* demonstrirt ferner eine Anzahl von Parasiten der Hausthiere, welche im Laufe der beiden letzten Winterhalbjahre im Präparirsaale der Thierarzneischule zur Beobachtung gekommen waren. Von den Tænien des Pferdes sind nur Tænia mamillana und T. plicata je zweimal gefunden worden; die erstere, der kleinste unter den Bandwürmern des Pferdes, einmal in 12, einmal in 2 Exemplaren; auffallend war der Mangel reifer Geschlechtsprodukte in den Endgliedern der T. mamillana; leider wurde versäumt, festzustellen, ob dies auch hier, wie bei T. perfoliata, darauf zurückzuführen sei, dass in den zuerst entstehenden Proglottiden die Geschlechtsorgane rudimentär bleiben. Tænia plicata, durch die enorme Grösse ihres Kopfes besonders interessant, fand sich einmal in 2, ein andermal in 19 Exemplaren. Die Häufigkeit der Tænianten bei dem Pferde scheint örtlichen Schwankungen zu unterliegen, wie dies auch schon von Andern bemerkt worden ist; gerade die hier vergeblich gesuchte T. perfoliata gilt als der häufigste unter den Bandwürmern des Pferdes. — Demonstrirt werden ferner Tænia serrata des Hundes, die in einem Falle in so enormer Menge gefunden wurde, dass ein 500 Ccm haltendes Glas eben zur Aufnahme reichte; ein andermal fand sie sich zusammen mit T. marginata. — Von Ascaris megalocephala, dem Spuhlwurm des Pferdes, wurden fast bei

jeder Untersuchung einzelne, und einmal eine grössere Zahl von Exemplaren gefunden. Den Fällen von enormer Anhäufung dieses Parasiten, welche die Litteratur verzeichnet, kann indessen ein weiterer — von einem Thierarzte aus der Nähe von Bern dem Vortragenden berichtet — angefügt werden: bei einem an Kolik hingegangenen Pferde wurden neben 6 Exemplaren von T. plicata an 300 Spulwürmer gefunden. Einmal fand sich eine seltene Missbildung vor, ein zweiköpfiges Exemplar der Ascaris megalocephala. Weitere Demonstrationen gelten endlich dem wegen seiner Beziehung zur Pferdekolik wichtigen Sclerostomum armatum und dem durch dasselbe bedingten Aneurysma der Gekrösarterien des Pferdes.

4) Herr Prof. *Grützner* spricht über die neuern Untersuchungen über künstliche Befruchtung, welche von Born, Pflüger und Roux an Froscheiern angestellt wurden.

In erster Linie wurde der Arbeiten von *Born* und *Pflüger* über die Entstehung des Geschlechtes und der etwaigen, auch künstlich herzustellenden Bedingungen gedacht. Der ursprünglichen Ansicht von *Born*, dass die Ernährung der Larven eine der Kräfte darstelle, welche auf die Entstehung des Geschlechtes wirken, traten spätere Versuche von *Pflüger* entgegen. — Betreffs der Befruchtung überreifer Eier, das heisst solcher, die von Weibchen stammen, die bereits die Brunstzeit hinter sich haben, sei die interessante Angabe von *Born* erwähnt, dass unter solchen Bedingungen Missbildungen, namentlich die sonst zu den allergrössten Seltenheiten zählenden Doppelmissgeburten verhältnissmässig häufig beobachtet werden. —

Die etwa gleichzeitigen Untersuchungen von *Pflüger* und *Roux* über die Beziehungen der ersten Furchung zu der spätern Lage des Embryo ergaben das übereinstim-

mende Resultat, dass die erste Furchungsebene unter normalen Verhältnissen mit der Medianebene des Embryo zusammenfällt. Aus *Pflügers* weiteren Arbeiten über die Wirkung der Schwerkraft auf die Entwicklung des Embryo sei hier nur mitgetheilt die Fähigkeit der Entwicklung auch solcher Eier, welche an ihrer normalen Drehung, die stets den schwarzen Pol der Eier nach oben kehrt, verhindert werden, sowie der hieraus sich ergebenden Schlüsse über die Gleichartigkeit verschiedener Theile eines Eies, der sogenannten Isotropie des Eies. — Schliesslich werden noch unter Vorweisung der betreffenden Thiere die Bastardirungsversuche von *Born* und *Pflüger* besprochen, welche, abgesehen von einer Menge interessanter Einzelheiten, zu dem Resultate führten, dass stets die Spermatozoen derjenigen Anuren am besten befruchteten, welche die dünnsten Köpfe haben und dass ferner diejenigen Eier am besten und leichtesten befruchtet werden und zur Erzeugung von Bastarden führen, deren zugehörige Spermatozoen die dicksten Köpfe haben. In ähnlicher Weise gilt das Entgegengesetzte. Grossköpfige Spermatozoen befruchten fast kein Ei, am allerwenigsten aber ein solches, dessen zugehörige Spermatozoen kleine und spitze Köpfe haben.

Die Entwicklungsvorgänge des Froscheies wurden ausserdem an *Ziegler*'schen Modellen demonstrirt.

In der darauffolgenden Diskussion macht Herr Forstinspektor *Coaz* auf einige Analogien zwischen der Entwicklung im Frosch- und Fischei aufmerksam und bestätigt die sehr häufig vorkommenden Missgeburten bei den Fischen.

Er bemerkt, dass die Eier der Fische, welche gewöhnlich gezüchtet werden (z. B. Forellen), einige Zeit nach der Befruchtung bis zur Zeit der Aeugung sehr

empfindlich seien und dass daher ihr Transport gleich nach der Befruchtung oder nach der Aeugung stattfinden sollte.

Es frägt sich, ob die Empfindlichkeit der Eier in erwähnter Zwischenzeit vielleicht von dem Umstande abhänge, dass die Umwachsung des Dotters durch den Keim während derselben stattfinde oder der nicht überwachsene Theil der Rindenschicht alsdann durch grössere Spannung leichter dem Reissen (?) ausgesetzt sei.

Herr Coaz legt sodann die Notizen über das Ei sammt Zeichnungen von Prof. W. His in den ichthyologischen Mittheilungen der Schweiz an der internationalen Fischereiausstellung zu Berlin 1880 vor.

An der Diskussion betheiligen sich ferner die Herren Hülfslehrer Hess und der Vortragende.

Schluss der Sitzung 10 Uhr.

Abhandlungen.

Dr. Th. Studer.

Nachtrag zu dem Aufsatze über die Thierwelt in den Pfahlbauten des Bielersee's.

Mit Tafeln.

Vorgetragen in der Sitzung vom 22. Dez. 1883.

Seit der Veröffentlichung meines Aufsatzes über die Thierwelt der Pfahlbauten des Bielersee's in diesen Mittheilungen ist mir noch weiteres Material zugegangen, welches hier eine kurze nachträgliche Besprechung verdient.

Zunächst wurde die Zahl der betreffenden Thierreste beträchtlich durch den Erwerb der Sammlung des verstorbenen Hrn. Dr. *Uhlmann* in Münchenbuchsee vermehrt. Die mit ausserordentlicher Sorgfalt gesammelten Thierreste aus dem Pfahlbau von Moosseedorf, und zahlreiche Reste aus den Stationen Robbenhausen, Wangen, ergänzen unsere Sammlung dadurch, dass nun auch die Fauna der ältesten Steinzeit der Pfahlbauten vertreten ist.

Ich konnte schon zu meiner früheren Arbeit diese Sammlung benutzen, so dass ich hier nicht näher darauf einzugehen brauche. Weitere neue Materialien mögen hier kurz in systematischer Reihenfolge besprochen werden.

Haushund.

Taf. I, Fig. 1 a b, 2 a b, 3 a b c.

In letzter Zeit erhielt ich noch drei Schädel vom Haushund aus der Station *Vinelz*, jenem interessanten

Pfahlbau, in welchem neben Steingeräthen der späteren Zeit schon kupferne Werkzeuge gefunden werden.

Es sind drei vollständige Schädel, ein männlicher, von einem alten Thiere mit vollkommen verwachsenen Näthen (Tafel I. Fig. 1) und zwei weibliche, bei welchen die Näthe noch deutlich sichtbar sind, das Profil sanfter und die Crista parietalis weniger entwickelt ist. Es sei hier noch erwähnt, dass wo sich bis jetzt jüngere Schädel mit unverwachsenen Näthen fanden, dieselben immer weiblichen Thieren angehörten. Alle drei Schädel gehören der mittelgrossen Rasse des *Canis palustris Rütim.* an und zwar dem mehr spitzschnauzigen Typus.

Fig. 2 a b repräsentirt den Schädel eines Hundes von der breitschnauzigen Rasse aus der Station *Lüscherz.*

Die Schädellänge vom for. magn. bis zur Schneidezahnalveole beträgt 147 mm beim männlichen, 144 mm beim weiblichen Thier. Es zeigt dieser Fund, dass die spitzschnauzige Form des *Canis palustris* wie die breitschnauzige in Vinelz gehalten wurde. (S. meinen vorjährigen Bericht, pag. 21, Taf. I, Fig. 5 a u. b). Wenn ich übrigens in meinem angezogenen Bericht die spitzschnauzige Form als schäferhundartig angegeben habe, so ist dieses unrichtig. Der Schäferhund schliesst sich, wie schon *Jeitteles* gezeigt hat, an die Bronzehundrassen, während die spitzschnauzige *Palustris*form im Schädel sich mehr dem grossen langhaarigen Spitz nähert, welcher auf unsern Bauernhöfen so häufig als Hofhund gehalten wird.

Durch gütige Vermittlung von Herrn Apotheker *Wegmüller*, Vizepräsident des Gemeinderathes in Murten, erhielt ich zur Vergleichung vier Schädel von Hunden, welche aus der Station Greng am Murtensee stammen. Die Pfahlbauten bei Greng gehören sehr verschiedenen Altern an. Ein Theil gehört dem spätern

Steinalter an und ist parallel mit der Station Lattrigen am Bielersee; ein zweiter Theil korrespondirt mit *Vinelz*, endlich kommt noch eine, wie alle Bronzestationen, weiter im See gelegene Station aus dem Bronzealter vor. Leider ist nicht mehr zu eruiren, aus welcher der genannten Stationen die Schädel stammen. Einer dieser Schädel gehört einem ganz jungen Thiere an, der zweite ist sehr defekt, zeigt aber gegenüber dem Palustristypus eine bedeutende Verschmälerung der Parietalregion, ebenso der dritte, bei welchem das Hinterhaupt und die Basis Cranii fehlt. Der vierte Schädel mit eingeschlagenem linken Stirnbein und fehlenden Jochbogen bietet für die Vergleichung noch am meisten Anhaltspunkte. (Taf. I, Fig. 3 a b c.) Derselbe gehört einem grossen Thiere an, ist schmal, mit sanft ansteigender Profillinie, wohl entwickelter crista parietalis, schmaler Stirn und Parietalregion, langer, sich allmählig zuspitzender Schnauze und relativ geringer Höhe des Schädels. Nach dem, was von den sehr defekten Bullæ osseæ noch zu erkennen ist, waren dieselben relativ zu der Palustrisform schwach entwickelt. Mit einem Worte, der Schädel gehört zu der schmalen Form des *Canis matris optimæ Jeitteles* und stimmt in allen Details mit dem von *Naumann* beschriebenen Schädel aus dem *Starnbergersee*. Was die Beziehungen dieses Schädels zu dem von mir pag. 33 beschriebenen Hundeschädel aus dem Bielersee betrifft, so stimmen beide in Bezug auf die Längendimensionen ziemlich überein, dagegen sind bei dem Bielerseehunde die Breitendimensionen sämmtlich viel bedeutender. In Beziehung zu recenten Hunden stellte sich nach Vergleich mit dem Schädel eines grossen persischen Windhundes heraus, dass bei letzterem die Hirnkapsel viel mehr gewölbt, das Profil weniger sanft ansteigend ist; noch weniger Ueber-

einstimmung zeigt er mit dem Schädel des italienischen Windspiels, dagegen nähert er sich mehr dem unseres gewöhnlichen Berner Schäferhundes, der sich nur durch den etwas breiteren und plumperen Gesichtstheil auszeichnet. Dieser ist ein ziemlich hochbeiniges Thier mit schlankem Körper, erst an der Spitze umgebogenen Ohren, mit rauhem mittellangem Haar. Die Farbe meist fahl gelblich braun. Der Schädel mit fehlendem Basilartheil und Hinterhaupt, ist viel kleiner, als der oben beschriebene, hat aber denselben Typus, nur ist der Gesichtstheil kürzer und gegen die Spitze relativ breiter.

Dimensionen.

	Grosser Hund von Greng		Kleine Rasse v. Greng	Bronzehund auf Schädell. =100 reduzirt: Olmütz Windhundtyp.	Rosenmusel
1. Länge d. Schädels v. Vorderrd. d. for. magn. bis Alveolarrand d. Schneidez.	175	100			
2. Länge von der Crista occipitalis bis Hinterende der Nasenbeine . .	112	64	94	60	65,7
3. Länge vom for. magn. bis Hinterrand des knöchernen Gaumens . .	—	—	—		
4. Länge des knöchernen Gaumens .	—	—	81		
5. Länge d. Nasenbeine in d. Mittellinie	64	36,6	—	38,8	
6. Länge der Backzahnreihe . .	68	38,8	62	38,8	
7. Länge d. Reisszahns am Aussenrande	19	10,8	16	11,9	
8. Länge der zwei obern Höckerzähne	20	11,4	17	11,9	
9. Länge d. Schnauze v. d. Schneidez.-Alv. bis Hinterrd. d. for. infraorbitale	64	36,5	52		
10. Länge der Schnauze bis zum vordern Rand der Augenhöhle . .	85	48,5	73	48,4	49,2
11. Breite der Stirn zwischen den processus orbitales	—	—	42,5	25,0	
12. Grösste Breite der Oberkiefer längs des Alveolarrandes	61	34,8	56	34,6	
13. Breite zwischen den Jochbogen .	—	—	—		

	Grosser Hund von Greng		Kleine Rasse v. Greng	Bronzehund auf Schädell. =100 reduzirt: Olmütz Windhundtyp.	Roseninsel
14. Grösste Breite der Nasenbeine nach vorn	15	8,6	—	9,4	
15. Grösste Breite des Nasenloches .	22	12,6	19		
16. Breite des Schädels an der Sutura temporo-parietalis	55	31,4	51	28,9	33,4
17. Breite zwischen den obern Rändern des meatus auditorius externus .	53	30,3	—		
18. Kleinste Entfernung zwischen den Augenhöhlen	22	12,6	22		
19. Breite der Schnauze zwischen dem Vorderrand der Eckzahnalveolen .	26	14,8	26		
20. Höhe des Schädels von der pars basilaris zur Sutura sagittalis . .	58	33,2	—	26,1	32,2
21. Höhe der Schnauze in der Höhe des foramen infraorbitale . . .	33	18,8	28		
22. Breite der Schnauze zwischen dem Hinterrand der Eckzahnalveolen .	30	17,1	30		

Wie die angegebenen Maasse illustriren, gehört der grosse Hund von Greng demnach zu den Formen des sogenannten windhundartigen, richtiger schäferhundartigen *Canis matris optimæ.*

Mensch.

Hiezu Tafel II—VI, Fig. 1—10.

Eine Darstellung der Fauna aus den Pfahlbauten des Bielersee's würde unvollständig erscheinen, wenn ich nicht noch der menschlichen Ueberreste erwähnen würde, welche uns jene prähistorischen Fundstätten hinterlassen haben. Das Material an menschlichen Knochen und Schädeln ist nicht gross, aber immerhin derart, dass wir daraus uns ein Bild der physischen Beschaffenheit unserer ältesten Seebewohner herstellen können. In dem Vorlie-

genden gedenke ich nur, das vorhandene Material anzuführen, begleitet von Abbildungen der wichtigsten Stücke, in der Hoffnung, dieselben werden bald von kundiger Seite eine gründliche, vergleichende Bearbeitung erfahren.

Aus der ältesten Station *Schaffis* liegen vor:

1. Der vollkommen erhaltene Hirnschädel eines jüngern Individuums.

2. Das Schädeldach eines erwachsenen Individuums mit Occipitale, Parietalia und einem Theil des Frontale. Die Ränder des Fragments zeigen Spuren von Bearbeitung, so dass die von *Aeby* geäusserte Ansicht, es sei dies Schädeldach zur Herstellung einer Trinkschale künstlich abgelöst worden, sehr annehmbar erscheint. (S. *Aeby*, Korrespondenzblatt der deutsch. Gesellsch. f. Anthr., Dezember 1874, pag. 96.)

3. Die Diaphyse des rechten Femur von einem jungen Individuum, bei welchem die Epiphysen noch getrennt waren.

4. Die Diaphyse des rechten Femur eines erwachsenen Individuums. Taf. II, Fig. 1 a b.

Der Schädel Nr. I gehört einem jüngern Individuum, die Muskelleisten sind kaum markirt, die Coronalnath und Temporalnath noch sehr einfach, die Schädelknochen dünn.

Der Schädel zeigt eine ausgiebige Wölbung der Stirn, ist relativ schmal, niedrig, über der Gegend der Stirnhöcker steigt die Profillinie des Schädels allmählig an und erreicht die grösste Höhe in der Gegend der Scheitelhöcker, dann fällt sie steil nach dem Hinterhauptsloch ab, das daher weit nach hinten zu liegen kommt. Von oben gesehen, fallen vor Allem die stark vorragenden

Scheitelhöcker auf, welche dem Schädel eine stumpf fünfeckige Form geben. Der Schädel nimmt von der Stirngegend an Breite zu bis zu den Parietalhöckern, um dann einfach hinten in gleichmässiger Rundung abzuschliessen. Die Stirnhöcker sind ziemlich vortretend, nicht gewulstet erscheinen die Superciliarbogen, die gegen die Stirnhöcker zurücktreten. Ein Nasenstirnwulst ist schwach entwickelt, die Nasenwurzel nicht sehr eingesenkt. Schläfen und Occipitalleisten sind sehr schwach ausgeprägt. Taf. II, Fig. 2 a b.

Die Hirnschale Nr. II, die einem kräftigen, ausgewachsenen Individuum angehört, hat im Allgemeinen einen ähnlichen Typus, wie die des vorigen Schädels, nur ist der hintere Umriss insofern abweichend, als das Hinterhaupt nach hinten ausgezogen erscheint. Die Hinterhauptsschuppe ist nicht gleichmässig gewölbt, sondern winklig geknickt, der Winkel gebildet durch die ungemein stark entwickelte Linea semicircularis, über derselben ist die Hinterhauptsschuppe stark gewölbt. Auch hier fällt die grösste Erhebung der Profillinie in die Gegend der Scheitelhöcker, wie auch die grösste Breite. Die Gegend der Stirnhöcker und die Superciliarbogen fehlen hier.

Ich gebe nur einige der wichtigsten Maasse:

	I.	II.
Grösster Horizontalumfang . . .	495	502
Höhe zum Bregma	120	
Grösste Länge	168	170? v. Stirnhöcker 172
Länge des Stirnbeins	115	
Länge der Pfeilnath	110	126
Länge der Squama occip. . . .	120	110

	I.	II.
Entfernung des Ohrloches von der Nasenwurzel	90	
Entfernung des for. magn. von der Nasenwurzel	89	
Länge des for. magn.	33	
Breite des for. magn.	26	
Minimaldurchmesser des Stirnbeins	94	
Oberer Stirnbeindurchmesser	114	
Grösste Breite	140	138
Parietaldurchmesser (Tubera)	138	130
Occipitaldurchmesser	104	100
Mastoidaldurchmesser (Basis)	113	128
Breite der Nasenwurzel	16	
Längenbreitenindex	83,3	81,1—80,2
Längenhöhenindex	71,4	
Breitenhöhenindex	85,7	

Was den ersten Schädel betrifft, so ist derselbe mit Index 83,5 zu den Brachycephalen zu stellen, der zweite, bei welchem die Längenmasse nicht ganz genau sind, da das Stirnbein oberhalb der Glabella abgehackt wurde, würde dem subbrachycephalen Typus *Brocas* angehören. Vergleichen wir mit diesen Maassen die spärlichen bis jetzt aus der Steinzeit der Pfahlbauten bekannten Schädel, so zeigt sich zunächst der durch *His* in der Fauna der Pfahlbauten pag. 151 beschriebene Schädel von Meilen, mit Index 83,2 unserem ersten Schädel verwandt, zu demselben Typus scheint auch der von *Dor* in Mittheil. der Naturf. Ges. v. Bern 1873, pag. 63 beschriebene Schädel aus dem Greng bei Murten zu gehören, der zwar etwas abnorm entwickelt ist, aber auch einen Index von 81,6 besitzt.

Was die langen Knochen von der Station Schaffis betrifft, so zeigt die Femurdiaphyse des Erwachsenen eine ziemliche Schlankheit, die Oberfläche des Knochens ist glatt und fest. Die Linea aspera sehr entwickelt und vorspringend.

Querdurchmesser der Diaphyse: 23 mm, Durchmesser von vorn nach hinten: 25 mm in der Mitte genommen.

Von Extremitätenknochen aus gleichaltrigen Pfahlbauten liegen noch vor: Knochen aus der Station *Moosseedorf* bei Bern. Es sind: Zwei Humerusdiaphysen, der proximale Theil einer Ulna, zwei Femurdiaphysen, zwei Tibia, die eine bis auf die distale Epiphyse vollständig. Auch hier fällt im Allgemeinen die Schlankheit der Knochen auf, welche durch sehr starke Muskelleisten ausgezeichnet sind. Der Humerus hat in der Mitte einen Querdurchmesser von 19 mm. Die Tuberositas deltoidea ist sehr stark entwickelt, der Sulcus radialis sehr ausgeprägt. Am Femur die Linea aspera scharf vorspringend, so dass der Querschnitt dreikantig erscheint. Die Tibia, bis zur untern Epiphyse 300 mm lang, ist seitlich zusammengedrückt, die Crista Tibiæ scharf. Sie bildet eine ausgesprochene S-förmige Biegung. Wir können dieselbe als platycnem bezeichnen:

Sagittaldurchmesser in der Mitte der Diaphyse 31 mm.
Transversaldurchmesser in der Mitte der Diaphyse 17 „

Von den jüngern Steinstationen des Bielersee's hat nur *Lüscherz* brauchbare Reste hinterlassen. Es bestehen dieselben aus einem Schädeldach von dem leider ein grosser Theil der Parietalia fehlt. Hr. *Dr. Uhlmann* hat die Knochen soweit wieder in natürlicher Lage zusammengesetzt, dass daraus die annähernd richtige Form des Schädels resultirt.

Daneben fanden sich vollkommen erhaltene lange Knochen.

Das Schädeldach ist schon in Mittheil. der Naturf. Ges. Bern 1873, pag. 65 von *Dor* beschrieben und abgebildet worden. Es gehört einem vollkommen erwachsenen Individuum an. Der allgemeine Habitus dieses Schädels lehnt sich an denjenigen der Schaffiser Schädel, nur zeigt er viel weniger dicke Knochen und eine schwächer entwickelte Linea semicircularis superior, als der Schädel II von Schaffis. Der Index ist nach *Dor*, auf dessen genaue Messungen ich verweise, 80,6. Die Stirn ist auch hier niedrig, die Oberaugenränder nicht vortretend, dagegen der Stirnnasenwulst stark entwickelt. Die Parietalregien ist sehr breit, die Hinterhauptsregion in der Squama occipitis steil nach hinten abfallend, so dass auch hier das Hinterhauptsloch weit nach hinten liegt.

Die vollständig erhaltenen langen Knochen bestehen in einem rechten Humerus, zwei Ulna, einem Radius und zwei Femur, rechtem und linkem. Die beiden letzteren einem männlichen Individuum angehörend. Die distale Epiphyse fehlt leider bei beiden.

Diese Knochen zeichnen sich alle durch gracile Form, sehr festes Gefüge und ein scharfes Hervortreten der Muskelleisten aus. Ihre Grösse lässt auf Individuen von grossem Wuchs schliessen.

Der rechte Humerus hat eine Länge von 320 mm.
Durchmesser des Kopfes 49 mm.
Querdurchmesser zwischen beiden Condyli 60 mm.
Dicke der Diaphyse in der Mitte: 21 mm.

Die Tuberositas deltoidea ist hier weniger entwickelt als bei dem entsprechenden Knochen von Moosseedorf, dagegen ist der Sulcus radialis gut ausgeprägt. Eine Durchbohrung der fovea supratrochlearis findet nicht statt.

Radius und Ulna sind entsprechend schlank; Länge der Ulna 265 mm, des Radius 240 mm.

Die Ulna zeigt in ihrer proximalen Parthie eine starke Drehung nach vorn. Am Femur ist die Linea aspera als scharfe Leiste entwickelt, die Diaphyse im proximalen Abschnitt von vorn nach hinten abgeplattet. Länge vom Schenkelkopf bis zum Ende der Diaphyse 345 mm.

Durchmesser in der Mitte der Diaphyse 26 mm.

Das reichste Schädelmaterial bot bis jetzt die Station Vinelz, welche die Metallzeit inaugurirt. Von hier erhielt das Museum bis jetzt:

1. Einen ganzen Schädel mit dem linken Gesichtstheil und Unterkiefer. Der Seitentheil des rechten Parietale und die rechte pars mastoidea nebst Felsenbein fehlen. (Taf. III, Fig. 3 a b.) Am Hinterhaupt zeigt sich eine ovale, 25 mm lange und 20 mm breite, eingedrückte Stelle, die in der trichterförmig vertieften Mitte perforirt ist, der Umriss ist unregelmässig zackig. Im Innern ist die Lamina papyracea in einer Platte von 20 mm Durchmesser abgelöst. Die Verletzung möchte am ersten von einem Schleuderschuss herrühren. Wenigstens sah ich ähnliche bei Schädeln von Papuas vom Neu-brittannischen Archipel, welche Eindrücke oder Löcher, durch Schleudersteine verursacht, trugen. Die Schleuder ist eine der primitivsten Waffen, welche bei den europäischen Völkern

vom Alterthum bis in's Mittelalter im Gebrauch war. Gegenwärtig bedienen sich noch die primitiven Völker der Südsee dieses Instrumentes mit erstaunlicher Sicherheit.

2. Die Schädelkapsel eines erwachsenen Individuums, Keilbein, rechtes Temporale, Felsenbeine fehlen. Taf. IV, Fig. 5.

3. Der vollkommene Hirnschädel eines jugendlichen Individuums. Taf. III, Fig. 4.

4. Stirnbein und der vordere Theil der beiden Parietalia eines ausgewachsenen Individuums. Taf. IV, Fig. 6.

5. Linke Oberkieferhälfte eines Erwachsenen. Taf. IV, Fig. 7.

Die zwei ersten Schädel zeigen, trotzdem sie im Detail mannigfach von einander abweichen, doch einen gemeinsamen Charakter, der von dem der Schädel aus der ältern Steinzeit bedeutend abweicht. Während diese kurz und breit waren, so dass sie dem subbrachycephalen Typus zugerechnet werden konnten, sind diese lang und schmal; die Stirn ist hoch und schmal, die Augenbrauenbogen etwas vorgewulstet, die Nasenwurzel vertieft, das Hinterhaupt stark nach hinten ausgezogen. Von oben gesehen erscheint die Hirnkapsel als ein langgezogenes Oval, dessen grösster Querdurchmesser in die Gegend der Parietalhöcker kommt, welche letzteren aber fast verstrichen sind. Die Linea temporalis und semicircularis superior sind schwach entwickelt. Bei dem Schädel Nr. 2 bildet die Mittellinie der Stirn und der Parietalia eine stumpfe Kante. Der Gesichtstheil ist mässig lang, nicht prognath, die Jochbogen wenig entwickelt und nach hinten divergirend (hyperbolisch).

Nur ein vereinzelter linker Oberkiefer (Taf. IV, Fig. 7) zeigt eine starke Prognathie. Bei dem jugendlichen Schädel Nr. 3 springt die Stirn in der Gegend der Stirnhöcker

stark über die Glabella vor. Der allgemeine Typus ist sonst wie bei dem Erwachsenen. Bei den Erwachsenen ist die Nasenwurzel tief eingesenkt, von einem starken Nasenstirnwulst überragt.

Sehr eigenthümlich ist das Schädelfragment Nr. 4. Die Oberaugenbogen sind hier stark vorgewulstet, die Glabella vertieft, die Stirn fliehend, die Schläfenleisten sehr stark entwickelt. Das Ganze erinnert an den Neanderthalschädel, den Typus der Race de Kanstadt von *Quatrefages* und *Hamy*.

Es folgen hier einige der wichtigsten Maasse:

	1.	2.	3.	4.
Grösster Horizontalumfang . .	510	523	475	
Höhe zum Bregma . . .	141	137	124	
Grösste Länge	182	188	168	
Länge des Stirnbeins . . .	130	140	124	120
Länge der Pfeilnath . . .	130	130	125	
Länge der Squama occip. . .	115	115	115	
Entfernnng des Ohrloches von der Nasenwurzel	98	100	90	
Entfernung des for. magn. von der Nasenwurzel	95	97	86	
Länge des for. magn. . . .	36	37	34	
Breite des for. magn. . . .	32	29	30?	
Oberer Stirnbeindurchmesser .	113	114	115	109
Minimaldurchmesser des Stirnbeins	92	—	92	94
Grösste Breite des Schädels .	130	135	126	
Occipitaldurchmesser (Fontanelle)	109	110	96	
Mastoidaldurchmesser . . .	—	—	104	
Breite der Nasenwurzel . .	15	20	15	
Höhe des Obergesichts, Nasenwurzel-Alveolarrand . . .	60			
Höhe der Nase	45			

	1.	2.	3.	4.
Breite der Augenhöhlen . .	31			
Länge der Augenhöhlen . .	41			
Jochbogenbreite	120			
Längenbreitenindex . . .	71,4	71,8	73,3	
Längenhöhenindex . . .	77,4			
Breitenhöhenindex . . .	108,4			
Orbitalindex	75,6			

Aus den eigentlichen Bronzestationen des Bielersee's liegt nur wenig Material vor. Es besteht dasselbe aus:

1. Dem Schädel eines zirka 6 Jahre alten Kindes, an dem nur das Basioccipitale und ein Theil der Schuppe fehlt. Von Mörigen. Taf. VI, Fig. 10 a b.

2. Stirnbein und das rechte Parietale eines jugendlichen Individuums von Mörigen.

3. Das Schädeldach eines Erwachsenen von der St. Petersinsel, mit Pferdeknochen und Bronzeartefakten zusammen gefunden. Taf. V, Fig. 8.

4. Die Hälfte des Stirnbeins und die beiden Parietalis ebendaher. Taf. V, Fig. 9 a b.

5. Ein Theil des Schädeldaches eines Erwachsenen, Theil des Stirnbeins, Parietalia, Squama occip.

Ein Schädel aus Mörigen wurde von *Dor*, Mittheil. der Naturf. Ges., Bern 1873, pag. 67, beschrieben.

Ferner ein Kinderschädel, beschrieben von *Virchow* in Berliner Ges. für Anthropologie, März 1877, pag. 15.

Was den hier hauptsächlich in Betracht kommenden erwachsenen Schädel betrifft, so zeigt sich derselbe von schöner gleichmässiger Wölbung, breiter oval, als die Vinelzer Schädel, die Gegend der Parietalhöcker ist breiter und das Hinterhaupt weniger nach hinten gezogen.

Ganz demselben Typus gehört der Hirnschalentheil Nr. 4.

Von diesem Typus weicht aber der Kinderschädel Nr. 1 ab. Der Schädel erscheint hier bedeutend kürzer und breiter.

Das Stirnbein steigt erst gerade an und ist relativ schmal, die Schädeloberfläche mässig gewölbt, nach hinten fast gerade abfallend. Das Hinterhaupt nicht ausgezogen, der Hinterhauptshöcker gleichmässig gerundet. Von oben gesehen fällt die grösste Breite in die Gegend der Scheitelhöcker, von da erscheint die Hirnkapsel nach vorn bis zu den Stirnhöckern allmählig verschmälert, nach hinten in weitem Kreisbogen abgerundet. Die obere Fläche des Stirnbeins ist scharf von der oberen, senkrechten Parthie abgesetzt. Die hintere Contour des Schädels kann als breit birnförmig bezeichnet werden. Die Näthe sind noch wenig komplizirt, doch sind schon in der Lambdanath einige Wormische Knochen abgegrenzt, ebenso ein solcher in der hintern Parthie der Pfeilnath.

Die Stirnparthie dieses Schädels zeigt in ihrer Entwicklung die Bildung der betrachteten Langschädel, während die Parietal- und Occipitalregion sich an den Schaffiserschädel Nr. 1 anlehnt. Das Schädelfragment Nr. 2 gehört einem entschiedenen Langschädel an, die Stirn ist schön gewölbt, die senkrechte Parthie des Stirnbeins etwas niedrig, aber breit, das Parietale lang, der Scheitelhöcker kaum vortretend.

Was den von *Dor* beschriebenen Schädel von *Mörigen* betrifft, so ist derselbe ein entschiedener Langschädel mit Breitenindex 71,8; ebenso der von *Virchow* loc. cit. beschriebene mit Index 72,7.

Aus andern Bronzestationen wurden namentlich schön erhaltene Schädel in der Station *Auvernier* am Neuenburgersee gefunden. Ein wohl erhaltener Schädel nebst Extremitätenknochen wurde loc. cit. von *Virchow* ein-

gehend beschrieben. Derselbe hat einen Längenbreitenindex von 75,3. Die Hälfte eines Schädels von derselben Lokalität, der hiesigen anatomischen Sammlung angehörend, zeigt eine grosse Verwandtschaft zu dem von *Virchow* beschriebenen Schädel.

Maasse.

	1. Kinderschädel von Mörigen	3. Schädel v. d. Bielerinsel	4. Defekter Schädel v. d. Bielerinsel
Grösster Horizontalumfang .	460	515	—
Höhe zum Bregma . .	—	—	—
Grösste Länge . . .	155	184	—
Länge des Stirnbeins . .	120	120	—
Länge der Pfeilnath . .	120	140	135
Länge der Squama occip. .	115	100?	—
Entfernung des Ohrloches von der Nasenwurzel . .	84	110	—
Länge des for. magn. . .	—	—	—
Breite des for. magn. . .	—	—	—
Oberer Stirnbeindurchmesser	100	115	—
Minimaldurchm. d. Stirnbeins	85	—	—
Grösste Breite des Schädels	127	136	137
Occipitaldurchmesser . .	97	112	—
Mastoidaldurchmesser . .	97	—	—
Breite der Nasenwurzel .	12	—	—
Höhe des Obergesichts .	47	—	—
Höhe der Nase . . .	33	—	—
Breite der Augenhöhlen .	26	—	—
Länge der Augenhöhlen .	34	—	—
Jochbogenbreite . . .	95	—	—
Längenbreitenindex . .	81,9	72,8	—
Längenhöhenindex . .	—	—	—
Breitenhöhenindex . .	—	—	—
Orbitalindex . . .	76,4	—	—

Ausser diesem Material aus Stationen, deren Fauna von mir bearbeitet wurde, fanden sich noch Schädel in der Station *Sutz* und in *Nidau-Steinberg*. Die erstere Station, welche noch höchst unvollkommen explorirt ist, gehört nach den dort vorkommenden Artefakten derselben Epoche an, wie *Vinelz*, d. h. dem Ende der Steinzeit. Die Stein-Aexte sind durchbohrt, die Knochenartefakte zeigen einen hohen Grad von Vervollkommnung. Daneben fanden sich Kupferinstrumente und ein kleines roh gearbeitetes Messer und eine Lanzenspitze aus Bronze. Herr *Dr. Gross* in Neuenstadt schreibt mir darüber: „La station de Sutz est tout à fait contemporaine à celle de Fenil (Vinelz) et de l'Oefeli puisque j'y ai trouvé plusieurs outils et armes en cuivre. La seule différence qu'a pour elle Fenil peut être, est que la station de Fenil serait un peu plus récente.“ Drei Schädel und ein zu einer Trinkschale verarbeitetes Schädeldach von dieser Station befinden sich in der Sammlung von Herrn *Dr. Gross* in Neuenstadt. Es fanden diese Stücke eine ausführliche Bearbeitung durch *Virchow* in der Zeitschrift für Ethnologie 1877, pag. 17, Taf. IX, Fig. I—III.

Der erste Schädel Nr. I, mit einem Breitenindex von 76, nähert sich nach *Virchow* dem Siontypus von *His* und *Rütimeyer*, noch mehr einem von denselben Forschern beschriebenen Schädel, der aus derselben Station stammt und mit einem Breitenindex von 79,8 einen brachycephalen Typus zeigt, im Uebrigen aber manche Züge der Uebereinstimmung mit den beiden andern Schädeln, V, pag. 19, besitzt.

Diese, Nr. II und III, sind dolichocephal, der dritte mit Index 67,9 gleicht sehr dem zweiten von Vinelz. Das verarbeitete Cranium hat dagegen den Charakter des ent-

sprechenden von *Aeby* beschriebenen Stückes aus *Schaffis*. Was die Station *Nidau-Steinberg* betrifft, welche der Bronzezeit angehört, so sind aus dieser eine Anzahl ziemlich gut erhaltener Schädel vorhanden. Ich möchte aber auf diese weniger Gewicht legen, da sich die Station am Ausfluss der *Schüss* befindet und daher viel angeschwemmtes Material aus verschiedenen Epochen, auch aus der Eisenzeit, enthält. Der am besten erhaltene Schädel mit vollkommenem Gesichtstheil fand sich in der Sammlung von Herrn *Dr. Uhlmann*. Er besitzt eine hellbraune Farbe und sehr feste, wenig alterirte Knochensubstanz. Seine Länge beträgt 188 mm, die grösste Breite 144 mm. Der Längenbreitenindex 76,5, Höhe 134, Höhenindex 71,2. Der Schädel besitzt eine schöne Wölbung, die Stirn ist breit und relativ hoch, der Nasenwulst stark. Ein grosser Wormischer Knochen, an der Vereinigung der Lambda und Pfeilnath.

Ein zweiter Schädel, dessen Knochen viel mehr das Gepräge des höhern Alters tragen, der Sammlung des Museums angehörend, zeigt eine mehr langgestreckte Form mit stark vorgetriebenem Hinterhaupt. Von oben gesehen ist er lang oval, die Scheitelhöcker wenig entwickelt. Die Stirn breit, der Nasenwulst stark. Länge 182, Breite 132, Index 72,5. Der Schädel zeigt seine grösste Höhe in der Gegend der Scheitelhöcker, die Profillinie, welche von der Stirn allmählig aufsteigt, zeigt eine seichte Depression vor und hinter der höchsten Erhebung, so dass diese um so auffälliger erscheint. Das Hinterhaupt ist wulstig nach hinten ausgezogen. In der Lambdanath sind zahlreiche Wormische Knochen abgegrenzt. Grösste Höhe des Schädels 137, Höhe nach Broca zum Bregma gemessen 133. Zwei von *His* und *Rütimeyer* (Crania helvetica) erwähnte Schädel vom Nidau-Steinberg werden von den genannten

Autoren dem Siontypus, also einem dolychocephalen Typus zugerechnet.

Wenn wir das bis jetzt gesammelte Material überblicken, so können wir zwei extreme Typen unterscheiden. Einen brachycephalen, wie er in den Schädeln von Schaffis uns entgegentritt, und einen dolichocephalen, welcher am auffallendsten in den Uebergangsstationen von Vinelz und Sutz sich zeigt.

Der brachycephale Typus zeigt in seiner ausgesprochendsten Form eine bedeutende Breite in der Parietalregion, schmale und niedrige Stirn, steil abfallendes Hinterhaupt. Der Nasenwulst ist beim erwachsenen Schädel stark entwickelt, während die Superciliarbogen nicht gewulstet sind. Es möchte sich dieser Typus dem Dissentisschädel, wie er von *His* und *Rütimeyer* aufgestellt wurde, anreihen.

Nach den wenigen Extremitätenknochen, welche Lüscherz hinterlassen hat, zu denen wir vielleicht noch diejenigen von Moosseedorf rechnen dürfen, war die Statur etwas über Mittelgrösse. Die Knochen schlank von sehr festem Gefüge, die Muskelleisten ungemein entwickelt. Die Ulna, Tibia zeigen noch Verhältnisse, wie wir sie bei sehr alten Rassen finden. Die Tibia ist noch annähernd platycnem. Der Femur zeigt sich in seinem proximalen Theil von vorn nach hinten abgeplattet, die Linea aspera ist ungemein entwickelt und gibt dem mittlern und distalen Theil der Diaphyse einen dreikantigen Querschnitt. Diesem Typus steht ein dolichocephaler gegenüber, welcher in den Stationen von Vinelz und Sutz am meisten vertreten ist. Der Schädel ist sehr lang und schmal, mit vorgetriebenem Hinterhaupt, wenig vortretenden Parietalhöckern, im Allgemeinen höherer Stirne, vorgewulsteten Superciliarbogen. Am meisten ist dieses der

Fall bei dem Schädelfragment Nr. 4 von Vinelz, wo von den Superciliarbogen an die Stirn zurückweicht. Das Gesicht ist orthagnath, nur ein isolirter Oberkiefer, der sich vielleicht mit dem Schädeldach Nr. 4 combinirt, zeigt einen starken Pragnathismus mit vollkommener Schiefstellung der Schneidezähne.

Zwischen beiden Extremen finden sich Formen, welche an den letzteren Typus sich anschliessen, aber weniger dolichocephal, oft mesocephal sind.

Die typischen brachycephalen Schädelformen fanden sich bis jetzt in den Bielerseestationen nur in Pfahlbauten, welche der reinen Steinzeit angehören und zwar in Schaffis und Lüscherz. Den einen Schädel von Schaffis Nr. 1 dürfen wir unbedenklich dem Dissentisertypus von *His* und *Rütimeyer* zurechnen.

Mit dem Auftreten des Metalles in den Stationen von *Vinelz* und *Sutz* finden sich in den Stationen die extremsten dolichocephalen Schädel und zwar sind hier zahlreichere Schädel gefunden worden, als in andern Stationen. Die Bronzestationen lieferten bis jetzt stark dolichocephale, mesocephale und brachycephale Typen. Halten wir mit diesen Thatsachen die Resultate zusammen, welche die Betrachtung der Fauna geliefert hat.

Wir sehen, dass mit der Bronzezeit eine vollständige Umwandlung der Hausthierzucht stattfindet. Das Pferd tritt zum ersten Mal auf, neue Schafrassen und Hunderassen haben die alten Formen der Steinzeit verdrängt. Konnten wir dadurch die Ansicht befürworten, es verdanke die Bronzezeit unserer Pfahlbauten einer neuen Einwanderung ihre Entstehung, so scheinen dieses die Schädelfunde zu bestätigen. Nur treten die ersten dolichocephalen Schädel noch in Stationen auf, welche, wie Vinelz und Sutz, in den Steingeräthen und ihrer Haus-

thierfauna noch das Gepräge der Steinzeit tragen. Es ist aber die Frage, ob die in Sutz und Vinelz gefundenen Schädel wirklich den Bewohnern der Station angehört haben. Einige derselben tragen die Spuren von Verletzungen, wie sie in Folge eines Kampfes vorkommen. Es wäre nun leicht möglich, dass gerade in die Epoche von Vinelz und Sutz die Invasion der dolichocephalen Bronzemenschen stattgefunden und dass diese zu Konflikten mit der Urbevölkerung geführt hätte. Wie so viele auf analoger Kulturstufe stehende Völker, hatten auch diese vielleicht die Gewohnheit, die Köpfe der erschlagenen Feinde als Trophäen aufzubewahren, während die Leichen der eigenen Gefallenen begraben wurden. Leichen aber, welche in Folge eines Kampfes oder durch Zufall in's Wasser fielen, konnten nicht in der Kulturschicht begraben werden, denn solche würden immer nach einiger Zeit wieder an die Oberfläche gekommen und an's Land oder weiter in den See gespühlt worden sein.

Das Vorkommen von mesocephalen und selbst stark verkürzten Schädeln in der Bronzezeit zeigt ferner, dass keine Vernichtung der brachycephalen Rasse stattgefunden hat, sondern dass Vermischungen mit beiden Rassen vorkamen. Als das Resultat einer solchen betrachte ich z. B. den erwähnten Kinderschädel von Mörigen.

Der Umstand, dass schon in den vorhistorischen Zeiten in der Schweiz zwei verschiedene Rassen sich successive niederliessen und sich zusammen kreuzten, erhöht die Schwierigkeit, die Schädelformen unserer jetzt lebenden Bevölkerung auf Stammformen zurückzuführen. Vielleicht möchte der rhätische kurzköpfige Typus sich noch am ersten als ein veredelter Stamm von den alten Bewohnern der Steinzeit herleiten lassen. Ist dieses der Fall, so können wir umgekehrt von der im Allgemeinen

vorherrschenden dunklen Haar-, Augen- und Hautfarbe der jetzigen Bewohner Graubündens auf das Aussehen der ältesten Bewohner unseres Landes schliessen, welche demnach von dunkler Komplexion gewesen wären. Es würde dieses eine Ansicht bestätigen, welche ich schon in meiner Arbeit über die statistische Aufnahme der Haare und Augen im Kanton Bern (Berner Mittheilungen 1880) ausgesprochen, dass nämlich die so reichlich in der Umgebung unserer See'n vertretene dunkle Bevölkerung noch das Erbtheil der alten Seebewohner an sich trage.

Erklärung der Tafeln.

Die Schädel wurden photographisch aufgenommen, die Photographien abgepaust und auf Stein übertragen.

Taf. I. Die Figuren sind $^1/_5$ der natürlichen Grösse.

Fig. 1. Schädel vom Hund, schmalschnauzige Form, aus der Station Vinelz.
a) Von unten.
b) Von oben.

Fig. 2. Schädel vom Hund, breitschnauzige Form, aus der Station Vinelz.

Fig. 3. Schädel vom Hund, *Canis matris optimæ Jeitt.*, aus der Station Greng bei Murten.
a) Von unten.
b) Von oben.
c) Von der Seite.

Taf. II. Menschenschädel von *Schaffis* $^1/_2$ der natürlichen Grösse.

Fig. 1. Schädel A. i. B. 69 der anatom. Sammlung.
a) In Norma verticalis.
b) Im Profil.

Fig. 2. Schädeldach, zu einer Trinkschale verarbeitet. A. i. B. 71 der anatom. Sammlung.
a) In Norma verticalis.
b) Im Profil.

Taf. III. Menschenschädel aus der Station Vinelz (Fenil) $^1/_2$ der natürlichen Grösse.

Fig. 3. Vollständiger Schädel mit dem linken Gesichtstheil. Zoolog. Museum Bern.
a) In Norma verticalis.
b) Im Profil.

Fig. 4. Hirnschädel eines Kindes. Zoolog. Museum Bern.
a) Norma verticalis.
b) Profil.

Taf. IV. Schädeltheile aus der Station Vinelz. Zoolog. Museum Bern.

Fig. 5. Hirnschädel eines Erwachsenen. Zoolog. Museum Bern.
a) Norma verticalis.
b) Profil.

Fig. 6. Stirnbein und Theil eines Schläfenbeins. Zoolog. Museum Bern.

Fig. 7. Linker Gesichtstheil. Zoolog. Museum Bern.

Taf. V. Menschenschädel aus der Bronzezeit, $^1/_2$ der natürlichen Grösse, gefunden auf der St. Petersinsel, Bielersee.

Fig. 8. Hirnschädel. Zoolog. Museum Bern.
a) Norma verticalis.
b) Profil.

Fig. 9. Schädeldach, Stirnbein und Scheitelbein.
a) Norma verticalis.
b) Profil.

Taf. VI. Schädel eines Kindes aus der Station Mörigen. Bronzezeit. Anat. Sammlung B. 49.

Fig. 10. *a)* Norma verticalis.
b) Profil.

Dr. Max Flesch.

Ueber einen Parasiten in der Darmwand des Pferdes.

Mit einer lithographirten Tafel.

Vorgetragen in der Sitzung vom 6. Juli 1883.

In der Darmwand eines zu anatomischen Zwecken verarbeiteten Pferdes fand sich in zahlreichen Exemplaren ein mikroskopischer Parasit, über welchen ich bereits an anderer Stelle[1]) eine kurze Mittheilung publicirt habe. Wenn auch die Untersuchung keinenfalls als endgültig abgeschlossen gelten soll, so hat sie doch seit jener im April 1883 abgefassten Publication so manche interessante Einzelheiten ergeben, dass eine weitere Besprechung sich schon jetzt lohnen dürfte, um so mehr, als die ausgedehnteren Studien, mit welchen, auf meine Veranlassung, sich Hr. stud. med. *Schätzel* beschäftigt, erst in längerer Zeit beendet werden können. Bedauern muss ich die Unvollkommenheit der literarischen Nachweise in dem nachfolgenden Aufsatze. Die Schwierigkeit der Beschaffung des literarischen Materiales an unserer einer grösseren Biblio-

[1]) Ueber ein Sporozoon beim Pferde. Zoologischer Anzeiger, 1883. Nr. 144.

thek entbehrenden Hochschule einerseits, Ueberhäufung mit amtlichen Arbeiten aller Art andererseits mögen mich entschuldigen, wenn ich mich, mehr als erwünscht, neben den Handbüchern von *Leuckart* [1]), *Braun* [2]), *van Beneden* [3]), *Bütschly* [4]) u. A. auf die mir zugänglichen Jahresberichte zu beschränken genöthigt war.

Das Vorkommen des Parasiten, für welchen ich den in der ersten Anzeige vorgeschlagenen Namen *Globidium Leuckarti* zunächst beibehalten möchte, scheint nach den bisherigen Befunden auf die untersuchte Gegend des Dünndarmes beschränkt zu sein; eine genaue Ortsbestimmung war indessen nicht möglich, weil unser Material nur in einem zur Benutzung in mikroskopischen Kursen herausgeschnittenen Stückchen der Darmwand bestand. Der eigentliche Sitz des Schmarotzers ist die bindegewebige Grundlage der Darmzotten; in dieser kann sein Auftreten mit entzündlicher Neubildung komplizirt sein. Letztere tritt indessen weder so regelmässig, noch auch in nur annähernd gleicher Intensität auf wie bei anderen ähnlichen Invasionen, z. B. jener der Trichine.

Es dürfte zweckmässig sein, hier einige Worte über den Bau der untersuchten Stelle der Darmwand vorauszuschicken; die weitere Ausführung soll auch hier der fortgesetzten Untersuchung durch Herrn *Schätzel* vorbehalten bleiben. Wir finden in der Darmwand des Pferdes dieselbe Anordnung der Schichten, wie bei dem Menschen. Die Muskelschicht ist sehr dick, entsprechend der Grösse des Thieres. In der Schleimhaut fällt eine

---

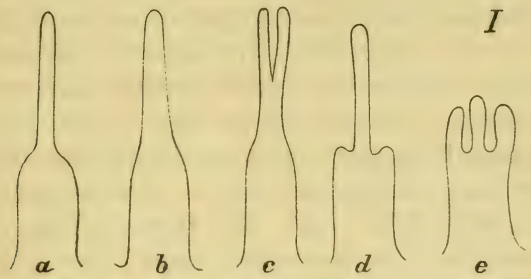
[1]) Die Parasiten des Menschen. I. Bd., 2. Aufl., 1879. II. Bd., 1. Aufl., 1876. [2]) Die Parasitenkunde. Würzburg, Stuber, 1883. [3]) Die Schmarotzer des Thierreichs, Leipzig 1876. [4]) *Bronn's* Klassen und Ordnungen des Thierreichs. 2. Aufl., I. Bd., Protozoa.

sehr dicke, oft ihre Zusammensetzung aus einer Längs- und einer Ring-Faserschicht deutlich zeigende Muscularis mucosæ auf; dieser folgt die drüsenhaltige Schicht, auf welcher die Zotten aufsitzen. Das den letzteren zu Grunde liegende Bindegewebe ist sehr reich an Mastzellen. Für den Blinddarm des Pferdes hat *Ellenberger* [1]) eine ausführliche Schilderung dieser Gebilde gegeben, welche vollständig auch auf unsere Präparate Anwendung finden kann. An den *Lieberkühn*'schen Drüsen sehen wir einen auffälligen Unterschied zwischen dem secernirenden Fundus und dem ausführenden Theile des Schlauches; nicht gerade selten findet sich Theilung des letzteren in zwei Säckchen. Für das Bindegewebe bleibt zwischen den Drüschen nur wenig Raum; sie stehen dichtgedrängt, je nach dem Kontraktionszustande des Darmes, senkrecht zur Oberfläche oder flach der Muscularis Mucosæ anliegend. Die Zotten sind nicht einfache Kegel, man kann vielmehr an ihnen einen dickeren cylindrischen Basaltheil und einen etwas längeren, schlankeren, häufig, vielleicht immer, im Querschnitt elliptischen Spitzenkegel unterscheiden. Letzterer zerfällt zuweilen mehr weniger weit von der Spitze nach abwärts in zwei Theile (vgl. Fig. I c). Er enthält nur eine sehr dünne Lage Bindegewebes, so dass, wenn die Zotte in der Ebene des kleineren Durchmessers im Spitzenkegel durchschnitten ist, nur eine ganz schmale, fast lineare Strasse von Bindegewebe sichtbar bleibt. In Folge dieser eigenthümlichen abgeplatteten Form des Spitzenkegels bieten die Zotten ein sehr verschiedenes Aussehen, je nachdem wir im Präparat ersteren in der Richtung der kurzen oder der

---

[1]) Die physiologische Bedeutung des Blinddarmes der Pferde. *Roloff's* Archiv für wissenschaftliche und praktische Thierarzneikunde, V. Bd., S. 399. — Mastzellen betr. S. 422—424.

langen Seite sehen. In dem einen Falle (I a) erhebt sich der Spitzenkegel zitzenartig auf dem Basiscylinder, indem sich letzterer plötzlich zuspitzt; in dem anderen Falle (Fig. I b) präsentirt sich die Zotte als langgestreckter



Kegel allenfalls mit ganz leichter Verjüngung an der Grenze beider Theile. Der Basiscylinder ist reich an glatten Muskelfasern, Züge derselben liegen z. Th. dicht unter dem Epithel; an den Schnittpräparaten sieht man dieselben häufig guirlandenartig von einer Zotte in die benachbarten übergehen; sie enden am Fusse des Spitzenkegels. Ihrer Wirkung namentlich haben wir Bilder zuzuschreiben, wie sie in Figur I d u. e schematisirt sind; der Spitzenkegel ist in eine Tasche zurückgezogen; ist durch den Schnitt ein Theil desselben abgetragen worden, so glaubt man fast drei-getheilte Zotten zu sehen. In der Axe des Basiscylinders finden sich von zellenreichem Bindegewebe umschlossene Lymphgefässe; die in einigen Präparaten gefundenen cystischen Erweiterungen derselben mit ihrer scharfen Begrenzung an Querschnitten der Zotten und ihrem körnigen Inhalte (geronnene Lymphe) geben Bilder, die in der ersten Zeit der Untersuchung fast zur Verwechslung mit etwaigen frühern Entwicklungs-

stadien unseres Parasiten geführt hätten. Das Epithel der Zotten zeigte nichts Bemerkenswerthes; den bekannten hyalinen Saum der Zellen konnte ich, übereinstimmend mit *von Brunn*[1]), auch bei dem Pferde durch Behandlung ganz frischen Materiales mit absolutem Alcohol in einen Besatz feiner Häärchen auflösen. Zahlreich finden sich „Becherzellen", grössere Exemplare derelben riefen einigemal den im Hinblick auf die unbekannte Herkunft unseres Parasiten wichtigen Verdacht hervor, dass es sich um in den Zellen eingeschlossene Coccidien handle; genauere Prüfung, besonders aber eine charakteristische Violettfärbung durch Gentianaviolett (das nach der *Hermann*'schen Kernfärbungsmethode zur Anwendung kam) sicherte vor Verwechselungen. Häufig fanden sich Wanderzellen im Epithel; auch diese sind bereits in ganz entsprechender Weise in den Abbildungen *Ellenberger's*[2]) aus dem Blinddarme des Pferdes dargestellt worden. Nie habe ich solche in dem Grenzsaume selbst im Durchwandern getroffen; nie war irgend etwas zu sehen, wonach man an etwas anderes als an Wanderzellen — etwa Larven von Entozoën — denken durfte.

Der Parasit, welcher uns beschäftigt, fand sich bisher nur in dem Theile der Zotten, welchen wir als Basiscylinder beschrieben haben. Hier liegt er meist dicht unter dem Epithel, doch auch näher der Axe, bald nahe dem Spitzenkegel, bald nahe dem Fusse der Zotte. Ganz

---

[1]) Bericht über die 55. Versammluug deutscher Naturforscher und Aerzte in Eisenach, S. 240.

[2]) Roloff's Archiv für wissensch. u. prakt. Thierheilkunde, V. Bd., Tafel V, Fig. 3.

ausnahmsweise fand sich einige Mal ein Exemplar unterhalb der Zotten in der Mucosa dicht unter dem Epithel; nur eines wurde etwas tiefer, wahrscheinlich in einem Lymphgefäss, gesehen. Zumeist erscheint der Parasit als kugeliger oder ellipsoider Körper, durch seine Kapsel scharf umgrenzt. Mehrmals fanden sich zwei, in einem Präparate drei Exemplare in einer Zotte. Je nach dem Durchmesser der Zotte einerseits, der Grösse des Parasiten andererseits ist der Querschnitt der ersteren nur theilweise oder in seiner ganzen Breite unter Verdrängung des Bindegewebes von dem Schmarotzer ausgefüllt; besonders grosse Exemplare des letzteren führen zu bauchiger Auftreibung des Basiscylinders, zugleich mit Abflachung des Epitheles da, wo der Fremdkörper gelegen ist. Das Bindegewebe zeigt öfters eine reichliche Anhäufung kleiner Zellen um die Hülle des Parasiten; zuweilen bilden dieselben eine deutliche Umgrenzungszone (Fig. 10); in anderen Fällen hingegen scheint jede entzündliche Reaktion zu fehlen. — Da die Untersuchung auf Schnittpräparate beschränkt war, so konnte eine genaue Bestimmung der Zahl der in einer bestimmten Strecke der Darmschleimhaut enthaltenen Parasiten nicht vorgenommen werden; Serien von Schnitten führen nicht leicht zu sicheren Resultaten, weil nur die kleineren Exemplare etwa die Dicke eines Schnittes erfüllen, grössere aber, die sich durch mehrere Schnitte erstrecken, schwer zu verfolgen sind; es ist mühsamer, als ich glaubte, in den an einander anschliessenden Präparaten die Schnittbilder einzelner Darmzotten wieder zu finden. Sicher ist die Häufigkeit des Schmarotzers eine weit grössere, als ich in meiner ersten Mittheilung annehmen zu dürfen glaubte; seit ich mich der Celloidin-Einbettung bediene, die verhindert, dass Querschnitte einzelner Zotten verloren werden, war es

eine Ausnahme, wenn in einem Schnitte nicht mindestens eines, meist aber drei, vier und mehr Exemplare gefunden wurden [1]).

Der Parasit erscheint in den Präparaten in verschiedenen Formen. Am häufigsten finden wir ihn als eine scharf conturirte, ellipsoide, zuweilen auch kreisrunde Kapsel, deren Höhlung zahlreiche, stark glänzende Kugeln erfüllen. Zumeist enthält die Wandung in einer besonderen spindel- oder halbmondförmigen Höhle ein die letztere vollständig ausfüllendes, von der Masse der eben erwähnten glänzenden Kugeln durch eine dünne Kapselschicht getrenntes, körniges, durch sein Verhalten gegen

---

[1]) Das untersuchte Darmstück war dem noch warmen Thier, während der Darm sich noch lebhaft bewegte, entnommen, in *Müller*'scher Flüssigkeit 6 Wochen erhärtet und später in gewöhnlicher Weise ausgewässert, mit Alcohol behandelt u. s. f. Schnitte aus ungefärbtem Material wurden mit Picrocarmin, *Grenacher's* Borax- und Alaun-Carmin, Hämatoxylin, Gentiana-Violett und anderen Farben behandelt; theilweise wurden Stückchen der Darmwand durchgefärbt (mit *Grenacher's* Boraxcarmin). Die *Grenacher*'schen Carmine haben sich mir stets ausgezeichnet bewährt; ich muss dieselben — entgegen *Gierke's* Bemerkung (in der Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie I, 1. Heft) — für eine höchst werthvolle Bereicherung unserer Hülfsmittel ansehen. Die Vorbehandlung mit *Müller*'scher Flüssigkeit hat die Färbung nie beeinträchtigt; consequentes Auswässern der Präparate, ehe sie aus dem chromsauren Kali in Alcohol übertragen wurden, bis die letzte Spur einer gelben Färbung des Wassers nach 24stündigem Stehen ausblieb, scheint hinlänglichen Schutz zu gewähren; ich kann anführen, dass auch die *Weigert*'sche Säurefuchsinfärbung von Nervenpräparaten mir noch entgegen den Befürchtungen des Autors ziemlich gute Resultate gab an Präparaten, die Jahre lang in Alcohol gelegen hatten, bei deren Behandlung aber die erwähnte Vorsicht bewahrt war. Zur Einbettung bediene ich mich des Celloidin in einer Lösung, welche eine Tafel des *Schering*'schen Präparates in je 300 Ccm. Aethers und absoluten Alcohols enthält.

Farbstoffe genau charakterisirtes Gebilde, den „Nebenkörper“.[1]) Die Substanz der Kapsel ist durchscheinend, farblos. Ihre äussere Contur ist zuweilen uneben, in Wellenlinien ausgebuchtet. Meist springt an irgend einer Stelle ein zapfenartiger Auswuchs, dessen Länge 12 μ und darüber betragen kann, vor, ganz wie der Hackenfortsatz an den Kapseln von Helminthen-Eiern.[2]) Eine feste Beziehung des Fortsatzes zu der Lage des Nebenkörpers besteht nicht; ob derselbe eine bestimmte Richtung zur Oberfläche der Zotte einhält, vermochte ich nicht zu konstatiren. Die innere Contur der Kapsel verläuft einfacher, ohne den Buchten der äusseren zu folgen; auch davon abgesehen sind beide nicht genau concentrisch, da immer an der Stelle des Nebenkörpers die Kapsel sich zu dessen Aufnahme beträchtlich verdickt. Die Dicke der Kapsel wurde zwischen 4 und 10 μ gefunden.[3]) Verschiedenheiten der optischen Einstellung und der Schnittrichtung könnten diese Differenzen vergrössert haben. Carmin und Hämatoxylin lassen die Kapsel ungefärbt; die Jodreaction bleibt wirkungslos. Ein schönes Bild zeigt die Kapsel im polarisirten Licht, allerdings nicht in allen Präparaten gleich gut und jedenfalls nach dem Entwicklungszustand variirend; bei gekreuzten Prismen sieht man zwischen vier dunkelen Gebieten lichte Felder, deren Helligkeit an der inneren Contur am grössten ist. Den Inhalt der Kapsel bilden, wie erwähnt, der Hauptsache nach stark licht-

---

[1]) Die Bezeichnung als Nucleus de reliquat, welche vielleicht hier am Platze wäre, mag hier, um einen bereits üblichen Namen nicht für ein Ding zu gebrauchen, ehe dessen Identität mit jenem Gebilde sicher gestellt ist, vorläufig unterbleiben.

[2]) Vgl. die Abbildung des Eies von Tænia marginata. *Leuckart* l. c. Fig. 172.

[3]) $\mu = 0{,}001$ Millimeter.

brechende Kugeln von wechselnder Grösse, zwischen welchen Spuren einer feinkörnigen Masse sichtbar sind. Die grössten Kugeln, für welche ein Durchmesser von 13, vereinzelt 14 und 15 μ bestimmt wurde, scheinen wandständig zu liegen; sie sind an nicht tingirten Präparaten blass gelblich; die kleineren farblos. Jod färbte die Kugeln dunkler, als die umgebenden Theile; Doppelbrechung konnte ich bis jetzt nicht nachweisen. Sehr charakteristisch ist eine Farbenreaktion der Kugeln: Carmin, angewendet in der Bereitung des *Grenacher*'s Borax-Carmin zum Durchfärben [1]) tingirt die Kugeln dunkelroth, weit lebhafter als alles andere im Präparat. Andere Carmine färben die Kugeln fast nicht; Alaun-Carmin blass violett, aber nie auch nur annähernd so stark wie die Kerne; doch muss hierbei berücksichtigt werden, dass eben keine andere Farbe so lange auf die Präparate einwirkt als die genannte. Der Nebenkörper, nach seiner Lage vergleichbar dem Dotterrest in Tænien-Eiern, ist eine etwas grobkörnige Substanz, welche sich in Carmin und Hæmatoxylin ziemlich lebhaft färbt; darin verhält er sich fast wie Zellkerne; doch war er nach Tinction mit Gentiana-Violett an mit wohlgelungener Kernfärbung unter Anwendung des *Hermann*'schen Verfahrens von Hrn. cand. vet. *Roux* hergestellten Präparaten farblos oder nur ganz blass imbibirt. Je nach der Lage der Parasiten in den Schnitten erschien der Nebenkörper schmal als Spindel oder Halbmond oder als flache Scheibe; das letztere Aussehen habe ich, sei es durch Zufall, sei es, dass die starke Lichtbrechung in den Kugeln ein Bild des Körpers

---

[1]) *Grenacher*, H. Einige Notizen zur Tinktionstechnik, besonders zur Kernfärbung. *Waldeyer's* Arch. f mikrosk. Anat., 16. Bd., 3. Heft, pag. 463.

über ihnen nicht zu Stande kommen lässt, nur ganz ausnahmsweise gesehen. Eine bestimmte Orientirung des Nebenkörpers, der Art etwa, dass er stets auf der dem Epithel zugekehrten Seite der Kapsel gefunden wurde, scheint nicht zu bestehen. Schliesslich seien noch einige Messungen beigefügt. Es fand sich für den ellipsoiden Körper des Parasiten eine Länge von etwa 80, eine Breite von 70 μ; (es wurden gefunden an Exemplaren, welche so getroffen waren, dass der Nebenkörper sichtbar war 64 : 60, 80 : 68, 81 : 67, 92 : 71 μ; an solchen, wo letztere fehlte 61 : 57, 75 : 67, 77 : 71, 80 : 76 μ). Für den Nebenkörper ergaben sich u. A. Längen und Breiten von 26 : 10, 45 : 5, 41 : 17 μ.

Eine zweite Form des Parasiten (Fig. 3), welche sich der eben beschriebenen zunächst anschliesst, scheint in ihrer Grösse, soweit die wenigen vorgenommenen Messungen einen Schluss gestatten, von der ersten nicht wesentlich verschieden zu sein. Kapsel und Nebenkörper verhalten sich ganz wie dort; dagegen finden wir in der Höhlung die glänzenden Kugeln ausschliesslich wandständig; den centralen, von ihnen umschlossenen Raum erfüllt eine sehr gleichmässig granulirte, den bisher angewendeten Färbemitteln gegenüber indifferente, protoplasmaartige Masse. Wo der kleine Organismus vollständig erhalten ist, wird schwer zu entscheiden sein, ob diese oder die zuerst beschriebene Bildung vorliegt. Es muss ferner dahin gestellt bleiben, ob es sich um ein früheres oder ein späteres Entwicklungsstadium als bei der ersten Form handelt.

Letzteres gilt auch von einer dritten Form, die bis jetzt nur in ganz wenigen Exemplaren vorliegt. Die Höhlung der Kapsel enthält eine innere, birnförmige Hülse, die fast als eine „Gastrula“ imponiren könnte; allerdings ist ihre Wandung eine einfache Schicht einer durch starke Lichtbrechung, sowie ihr Verhalten gegen

Borax-Carmin ihre Identität mit der Substanz der glänzenden Kugeln manifestirenden Materie. Der Hohlraum dieser Hülse zeigt an deren dünnerem Ende eine 2,5 μ weite micropylenartige Oeffnung nach dem Innenraume der das Ganze umfassenden Kapsel. An dem abgerundeten Ende enthält die Substanz der Hülse an einigen Präparaten einen kleinen, spindelförmigen feingranulirten Körper (** Fig. 4). Den Inhalt der Hülse bildet eine gleichmässig fein granulirte nicht tingirbare Protoplasmamasse, in welcher ein kleines, einem Kernkörperchen ähnliches Gebilde auffällt. Liegt der Parasit so, dass man im Präparat auf die abgerundete Seite der birnförmigen Hülse sieht, so glaubt man in der Kapsel nur eine jener glänzenden Kugeln, diese allerdings von bedeutender Grösse, zu sehen; bevor ich solche Bilder richtig deuten konnte, lag der Verdacht nahe, an eine Entstehung der glänzenden Kugeln in den zuerst erwähnten Formen aus einer grösseren durch einen Segmentirungsprozess zu denken. Die wenigen, bis jetzt vorgenommenen Messungen scheinen indessen für diese Form eine etwas bedeutendere durchschnittliche Grösse als für die vorige zu ergeben (aus 3 Exemplaren 96 : 64, 89 : 89, 90 : 70 μ Länge und Breite); dies würde allenfalls darauf hinweisen, dass sie das spätere Entwicklungsstadium, beruhend in seiner Eigenthümlichkeit auf einem Zusammenfliessen der glänzenden Kugeln zur Bildung der birnförmigen innern Kapsel, darstelle. Messungen ergaben für diese „Gastrula“ Längen von 64, 64, 77, Breiten von 47, 41, 57 μ; ihr Hohlraum mass 55, 59, 72 μ in der Richtung von dem abgerundeten Ende nach der Mündung, bei einer Breite von 33, 26, 38 μ. Die Höhlung der Kapsel ist von der birnförmigen Hülse nicht immer total ausgefüllt; es bleibt ein freier Raum, in welchem ein Inhalt in den gehärteten Präparaten nicht

nachzuweisen ist; vermuthlich war er demnach, da ein Ausfallen irgend welcher Bestandtheile nicht anzunehmen ist, mit einer Flüssigkeit erfüllt. In dem abgebildeten Exemplar erscheint der Nebenkörper mit der ihn abgrenzenden Kapselschicht in jenen freien Raum vorgewölbt; es ist dies indessen vielleicht eine Ausnahme; ebenso auch wohl der Befund eines kleinen elliptischen Körperchens (* Fig. 4), welches ausser dem Nebenkörper in der Substanz der Kapsel eingeschlossen war. Sichere Uebergänge zwischen der letzten uud den früheren Formen habe ich leider nicht finden können.

In den nun folgenden Entwicklungsstadien fehlen die glänzenden Kugeln oder etwas denselben entsprechendes. Die Gestalt des Parasiten ist weniger regelmässig; sein Studium wird durch die bedeutendere Grösse erschwert, da er weder in den Schnittpräparaten als Ganzes, noch auch bei seiner immer noch geringen Grösse (wegen der Trübung des Materiales beim Erhärten) isolirt untersucht werden kann. Ein einzelnes Exemplar erstreckt sich jetzt durch mehrere Schnitte, von welchen leicht nur einer über manche Einzelheiten, z. B. das Verhalten des Nebenkörpers Aufschluss zu geben geeignet ist. Was die Gesammtform betrifft, so wird die kugliche oder ellipsoide Form verunstaltet durch Auswölbungen der Kapsel an einzelnen Stellen oder durch buckelartige Verdickungen (Fig. 6 und 9), durch einseitige Verlängerung des Organismus zu langgestreckten Formen (Fig. 5, 7, 8), durch Einschnürungen an der Grenze zwischen dem Nebenkörper und der eigentlichen Inhaltsmasse, welche zu fast an die Form polycystider Gregarinen erinnernden Bildern führen. Die Grösse des Parasiten nimmt bedeutend zu; gemessen wurde an einem Exemplar, welches in dem benützten Schnitte keinen Nebenkörper zeigte, eine Länge von 157,

eine Breite von 146 μ; an einem anderen, den Nebenkörper enthaltenden, eine Länge von 169 μ bei einem Querdurchmesser von 129 μ an der breitesten, von 79 μ an der von dem Nebenkörper eingenommenen Stelle. Die Dicke der Kapsel zeigt nunmehr grosse, von der Einschaltung des Nebenkörpers ganz unabhängige Schwankungen (beispielsweise von 4—14 μ an einem Exemplar); neben buckligen Auftreibungen finden sich Verdünnungen, die an ein Bersten der Kapsel denken lassen. Im polarisirten Lichte finden wir nur noch an den dickeren Stellen Reste der oben beschriebenen Figur, so z. B. an dem in Fig. 6 abgebildeten Exemplar genau die Hälfte einer solchen.

Den früher besprochenen Stadien reiht sich zunächst das Fig. 5 abgebildete an. Die Kapsel umschliesst zwei durch eine dünne Grenzwand geschiedene Abtheilungen die kleinere enthält die der grösseren helmartig aufsitzende, durch ihre Tinctionsfähigkeit leicht kenntliche, etwas grobkörnige Masse des Nebenkörpers; die grössere wird erfüllt von einer körnigen, farblosen, beziehungsweise ganz blass tingirten Substanz, in der wiederum kleine runde Felder weniger deutlich granulirt oder fast homogen erscheinen. Derartige Formen können sich bis fast zur doppelten Länge des in Fig. 5 abgebildeten Exemplares bei annähernd gleicher Dicke strecken.

Ein weiteres Stadium zeigt Figur 6. Die Zahl und Grösse der hellen, vacuolenartigen Felder in der grössern Abtheilung hat zugenommen. Ihr Inhalt gleicht jetzt einem, an jenes von Pflanzenzellen erinnernden, von vielen Vacuolen durchsetzten protoplasmatischen Netzwerk. Das Protoplasma zeigt eine ganz blasse Färbung an Carminpräparaten; seine Granulirung ist weniger gleichmässig, insbesondere stellenweise grobkörniger als früher. Dies tritt an weiteren Entwicklungsstadien noch mehr

hervor. Es sind nunmehr die vacuolenartigen Räume grösser und deutlicher abgegrenzt; oft hängen kleinere Vacuolen wie Ausbuchtungen mit grösseren zusammen. Bei einigen der grössten Exemplare (Fig. 7) zeigt die Umgrenzung dieser hellen Felder eine deutliche, äusserst feine, radiäre Strichelung, an Bilder erinnernd, wie sie als Ausdruck quer durchschnittener musculöser Schichten bei niederen Organismen gesehen werden; ausser der Feinheit der Strichelung, die nur bei den stärksten Vergrösserungen deutlich sichtbar ist, lässt sich gegen jene Deutung einwenden, dass es bisher nicht gelungen ist, Streifungen, wie sie einer Längenansicht der Muskeln entsprechen sollten, nachzuweisen. Nicht in allen Präparaten fand sich indessen die scharfe Abgrenzung der Räume. In dem Protoplasma finden sich zwischen den körnigen Elementen kurze Linien in unregelmässiger Vertheilung, die fast als in die granulirte Materie eingestreute Stäbchen imponiren; allerdings vermochten auch die stärksten mir verfügbaren Vergrösserungen (Seibert XII homogene Immersion, und VII Wasserimmersion) nicht, mir die Gewissheit zu verschaffen, dass es sich um selbstständige Gebilde — etwa Keime — handle.

Alle bisherigen Angaben stützen sich in jedem Punkte auf mehrere, unter sich übereinstimmende Präparate; es sind nunmehr noch einige Beobachtungen anzureihen, die sich nur an ganz vereinzelten, selbst an nur einem Präparat anstellen liessen. Das Zusammenfliessen der vacuolenartigen Räume kann so weit gehen, dass sie eine einzige grosse buchtige Höhlung, neben welcher etwa noch existirende kleinere Räume fast verschwinden, darstellen (Fig. 9). Die bereits erwähnten Bilder von in das Protoplasma eingestreuten Stäbchen fielen zusammen mit anderen, die, gleichfalls kurze Linien darstellend, auf Licht-

brechungsvorgängen in einem Theile des Umfanges schärfer begrenzter, kugeliger und ellipsoider Massen zu beruhen schienen. Bezüglich der Deutung dieser Bilder, welche man mit Vermehrungsvorgängen in Beziehung zu bringen versucht sein könnte, ist grösste Vorsicht geboten; ich muss bei der Seltenheit des Befundes auf jeden derartigen Versuch vorläufig verzichten. In einem Exemplare war diese Abgrenzung zellenartiger Körper ganz besonders deutlich (Fig. 8); die Inhaltsmasse der Kapsel hatte sich — vielleicht durch Schrumpfung bei der Härtung — von deren Wandung retrahirt, wobei einzelne „Zellen“ an der Kapsel haften geblieben waren. Dasselbe Exemplar zeigte noch eine andere Besonderheit: ein Nebenkörper ist in dem Präparate — das leider nicht zu einer Schnittreihe gehört — nicht zu sehen; dagegen findet sich in einer verdickten Gegend der Kapsel, gefüllt mit einigen Körnchen einer nicht tingirten, krümmlichen Masse, eine elliptische Nische, die mit feiner mikropylenartiger Oeffnung nach Aussen mündet. Die Substanz der Kapsel zeigt in dem verdickten Gebiet eine im Ganzen der Oberfläche parallele, äusserst zarte Streifung. Der Gedanke an ein Austreten des Nebenkörpers lag hier nicht fern. Noch andere Bilder scheinen gleichfalls auf dessen Untergehen in späteren Entwicklungsstadien hinzuweisen. Sehen wir davon ab, dass in einzelnen Exemplaren (Fig. 7) dessen Abgrenzung von der anderen Masse sich verschärft, indem eine besondere Grenzlinie die Kapsel durchsetzt, so möchte ich auf die vereinzelt sichtbaren buckligen Verdickungen der Kapsel (Fig. 9) hinweisen. Ein plattes, kernähnliches Körperchen liegt unter dem Hügel, umgeben von einer der oben erwähnten ähnlichen feinstreifigen Partie der Kapsel; sollte es sich hier um eine allmählige Ausfüllung des früher von dem — im Präparate fehlenden — Nebenkörper

eingenommenen Raumes handeln? Schwer zu deuten sind endlich Befunde, wie der in Figur 12 abgebildete. In der Spitze einer Zotte liegt hier, in einer (vielleicht durch Ausreissen beim Schneiden entstandenen?) Lücke, eine von einer feinen Hülle umgebene körnige Masse, deren Färbung etwas blasser ist, als die des Nebenkörpers an gleich behandelten Präparaten, immerhin aber letzterem viel näher steht, als dem Protoplasma-Inhalt anderer Exemplare. Ist es ein jüngeres Stadium des Parasiten? So geneigt ich früher dieser Annahme war, so ist sie mir zweifelhaft geworden, seit ich unzweifelhafte Nebenkörper von entsprechender Grösse (Fig. 7) gefunden habe und demnach an die Möglichkeit denken muss, dass vielleicht der Schnitt einen solchen einmal abgetrennt hat und ihn isolirt zeigt.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die geschilderten Gebilde parasitärer Natur sind; ebenso dürfte als sicher anzunehmen sein, dass die verschiedenartigen beschriebenen Formen zusammen gehören, sowie dass sie Entwicklungsstufen eines und desselben Organismus darstellen. Es sind enorme Mengen dieses Fremdkörpers in dem untersuchten Darmstück enthalten; leider kann nachträglich nicht mehr eruirt werden, auf eine wie grosse Strecke der Darmwand — das aufbewahrte Stückchen ist etwa 10 cm lang — die Invasion des Schmarotzers sich erstreckt. Aber auch wenn sie nur auf ein mässig grosses Gebiet beschränkt war, so könnte doch nur eine relativ träge Reaktion der betroffenen Gewebe (wie sie sich übrigens thatsächlich in dem geringen Grade der entzündlichen Neubildung manifestirt) es erklären, wenn etwa niemals auf den Parasiten unmittelbar zu beziehende Krankheits-Symptome bestanden haben sollten. Vielleicht wird darüber aus Beobachtungen ähnlicher Fälle Aufschluss zu erhalten sein. Bemerkenswerth ist jedenfalls, dass von den unter-

suchten Präparaten weitaus die Mehrheit sich auf von einander entfernte Entwicklungsstadien vertheilt; es überwiegen nämlich die beiden zuerst beschriebenen und die 5. Form, während die 4. (von der in dritter Linie geschilderten gleichfalls ungewöhnlichen Form ist nicht sicher genug zu erweisen, wo sie einzureihen ist) nur selten gefunden wird. Es könnte dies vielleicht dahin auszulegen sein, dass die Invasion in mehreren Schüben stattgefunden habe — man müsste denn annehmen, dass jenes Zwischenstadium sehr rasch durchlaufen würde; in letzterem Falle wäre allerdings die geringe entzündliche Reizwirkung trotz der beträchtlichen Volumzunahme des Parasiten in der kurzen Umwandlungszeit noch auffälliger. Ob die Invasion überhaupt in einer der bisher gesehenen Gestalten erfolgt ist, erscheint im Uebrigen wenig wahrscheinlich, gleichviel, ob wir ein Einwandern vom Darmlumen oder von einem anderen Organe her annehmen (s. u.); auch die kleinste Form konnte nicht wohl ohne beträchtliche Læsionen vom Darm aus an ihren Ort gelangen; ebenso wenig ist annehmbar, dass sie ohne Circulationsstörungen auf dem Wege der in Betracht kommenden Blut- oder Lymphbahnen eingeschwemmt werden konnte.

Auf welchem Wege die Invasion des Parasiten erfolgt ist, wird auf Grund der anatomischen Untersuchung allein kaum zu ermitteln sein. Es wurde bereits erwähnt, dass der Parasit fast nur auf den von uns als Basiscylinder bezeichneten Theil der Darmzotten beschränkt ist. Nur in einem Präparat unter mehreren Hunderten fand ich ein Exemplar — merkwürdigerweise in dem sonst ziemlich selten beobachteten in Fig. 4 abgebildeten Stadium — in dem submucösen Bindegewebe, anscheinend in einem Lymphgefäss [1]).

[1]) Als ich meinem Kollegen, Professor Dr. Guillebeau die in der Einleitung erwähnten cystischen Erweiterungen der

Es bestehen, wie schon angedeutet, zwei Möglichkeiten, die eigenthümliche Lokalisation des Parasiten zu erklären: Es kann derselbe vom Darme her eingedrungen sein oder er ist von anderen Stellen des Körpers aus an seinen Sitz auf einem Wege gelangt, der ihn bis in diese, der Auskleidung des Darmes nächste Stelle führen musste. Beides ist nicht ohne Analogie. Die Einwanderung vom Darme aus kennen wir für die Trichine, für Tænien-Larven u. a. m. Gegen die Annahme einer solchen liesse sich vielleicht anführen, dass in keinem der anderen untersuchten Organe desselben Pferdes[1]) auch nur ein verirrter Parasit zu finden war. Weniger Gewicht wäre darauf zu legen, dass kein Exemplar auf dem Wege durch das Epithel, dass ebensowenig Spuren dieser Wanderung gefunden wurden; wir haben schon betont, dass es nicht wahrscheinlich ist, dass der fremde Organismus überhaupt in einer der gefundenen Formen seine Wanderung vollzogen hat; es muss demnach wohl auch schon einige Zeit seit der Invasion verflossen sein. Ausserdem dürfen wir in Betracht ziehen, dass auch für andere Entozoen, für welche dieser Modus des Eindringens ausser Zweifel steht, es noch nicht gelungen ist, sie auf dem Wege zu ertappen[2]) — ebensowenig als es, soweit

---

axialen Lymphgefässse in den Zotten zeigte, meinte er dieselben vielleicht auf Verstopfung der centralen Fortsetzungen jener Röhrchen durch fortgeschwemmte Exemplare des Parasiten zurückführen zu dürfen; der erwähnte Befund nimmt in dieser Hinsicht trotz seines vereinzelten Vorkommens einiges Interesse in Anspruch.

[1]) Untersucht wurden und zwar an sehr zahlreichen Schnitten, zu deren Anfertigung zwei mikroskopische Kurse und specielle Studien einiger Studirender Gelegenheit gegeben hatten, Magen, Zwölffingerdarm, Glandula Parotis und Submaxillaris, Leber, Pancreas, Sehnen und Nackenband.

[2]) Vgl. *Braun*, l. c. S. 95.

mir bekannt, einem der Autoren, welche jetzt die interessante Frage nach der Beziehung der Wanderungen von weissen Blutzellen im Darmepithel zur Fettresorption behandeln (*Zawarykin*, *Wiedersheim*, *Stöhr* u a.), möglich gewesen ist, den Moment des Durchtrittes (falls ein solcher überhaupt stattfindet) zu beobachten.

Für die Einwanderung des Parasiten auf einem anderen Wege, nämlich dem der Einschwemmung von anderen Körperstellen aus durch Vermittelung der Blutbahn, liesse sich eine Analogie gerade beim Pferd in dem Entwicklungsgange des Sclerostomum armatum (Strongylus armatus) finden. Diese Würmer durchleben bekanntlich ihren Larvenzustand in den die Innenwand der Aneurysmen der Baucharterien deckenden Fibrinschichten [1]); nachdem sie eine gewisse Entwicklungsphase, in welcher allerdings reife Geschlechtsprodukte noch fehlen, erreicht haben, geben sie ihre frühere Befestigung auf und gelangen in den Hohlraum der Arterien, von wo sie mit der Blutwelle frei, oder mit anhaftenden Gerinnseln fortgetrieben werden; es ist anzunehmen, dass sie so in die peripheren Zweige der Darmarterien gelangen können, von wo aus sie nach Durchbrechung der Darmwand ihren weiteren Weg finden.[2]) Auch gegen eine solche Annahme lassen sich für unseren Fund Einwendungen erheben; wir müssen davon absehen, dass ein Mutter-Organismus eben nicht gefunden, allerdings auch nicht gesucht worden ist, da ja erst Monate nach der Tödtung des Thieres der Parasit erkannt wurde. Es ist aber auch bisher nicht gelungen,

---

[1]) Vgl. *Leuckart,* l. c. I S. 98, 99, II S. 137, 402, 444; ferner *Bollinger:* Die Kolik der Pferde und das Wurm-Aneurysma der Eingeweide-Arterien. München, Oldenbourg's Verlag, 1870, S. 120 ff.

[2]) *Leuckart*, l. c. I, S. 99.

als den Sitz des Fremdkörpers die Blutgefässe nachzuweisen. Es erscheint daher vorläufig nicht möglich, den Weg der Einwanderung desselben zu ermitteln.

Noch grösseren Schwierigkeiten begegnet der Versuch, dem Parasiten eine Stellung im zoologischen System anzuweisen. Es sind hier zwei Möglichkeiten in Betracht zu ziehen: es kann sich entweder um eine Stufe aus dem Generationswechsel eines höher organisirten Thieres, in diesem Falle wohl nur um Entwicklungsstadien des Eies oder um Larvenzustände eines Wurmes, oder um ein Glied aus der Reihe der Protozoen, um ein Sporozoon, handeln.

Fassen wir die erste Möglichkeit in's Auge, so werden wir untersuchen müssen, ob irgend welche von den bekannten Parasiten des Pferdes überhaupt in Frage kommen können. Die *Linstow*'sche Tabelle [1]). der ich das Wenige, was ich sonst aus der mir nur allzu lückenhaft zugänglichen Litteratur entnehmen kann (mit * bezeichnet), beifüge, umfasst folgende Arten:

Nematoden
- Ascaris megalocephala.
- Oxyuris curvula.
- Oxyuris mostigodes.
- *Oxyuris vivipara. [2])
- *? Dracunculus medinensis. [3])

[1]) Compendium der Helminthologie. Hannover 1876, S. 56, 57.

[2]) Citirt nach L. H. J. *Hurtrel*'s Dictionnaire de Médecine, etc., vétérinaire. Edit. réfond. par A. *Zundel*, II. Bd. Thl. 1. Paris 1874. S. 134. — «Ce ver, trouvé par *Probstmayer*, dans le cœcum du cheval ne diffère du précédent» (Oxyuris curvula) «qu'en ce qu'il est vivipare.» Ob derselbe identisch mit *Nitzsch*'s O. mostigodes ist (Ztschr. f. d. ges. Naturwissensch. 1866, XXVIII, p. 270), kann ich nicht entscheiden. Von O. curvula ist letztere unterschieden durch bedeutendere Grösse und durch die Gruppirung der Eier zu sternförmigen Haufen von 5—8 Stück.

[3]) Citirt nach Dict. de Méd., etc. Vétér. S. 130. «Si nous avons parlé de ce parasite ici, ce n'est pas tant parce que

Nematoden

Spiroptera megastoma (Filaria megastoma).
Spiroptera microstoma (Filaria microstoma).
*Spiroptera scutata (œsophagea) [1]).
Spiroptera circinnata (Onchocerca reticulata).
Piguris reticulata.
Filaria papillosa.
Filaria lacrymalis.
*Hämatozoon (Filaria?) [2])
Sclerostomum armatum (Scl. equinum, Strongylus armatus).
Sclerostomum tetracanthum (Strongylus tetracanthus) [3]).
Strongylus micrurus.
Eustrongylus gigas.
?Nematoideum Equi caballi *Diesing*. Syst. Helminth. II, p. 332, in der Wand des Dickdarmes.
?Nematoideum Equi caballi *Peschel*, *Diesing*. Syst. Helminth., II, p. 332, Wand der Venen.

Dœrssel l'a observé également sur le chien mais bien parce que *Ercolani* et après lui *Rivolta* ont attribué à des embryons de ce nématoide, le premier une éruption dartreuse du cheval, le second une éruption du même genre chez le chien.»

[1]) *Müller*, Oesterr. Vierteljahrsschr. f. wissenschaftl. Veterinärkunde, XXXI. Bd. S. 128.

[2]) Beobachtet von *Wedl*, Beiträge zur Lehre von den Hämatozoen, Wien 1849, citirt nach *Leisering*, Ueber Hämatozoen der Haussäugethiere, Virchow's Archiv, Bd. XXXIII, S. 111. *Wedl* lässt offen, ob es sich um embryonale Formen eines Eingeweidewurmes oder um eine selbstständige Form handele.

[3]) Dahin gehört vielleicht auch *Cobbold's* « Trichonema arcuata » in der Wand des Dickdarmes des Pferdes. Observations on new parasites from the Horses. The Veterinarian, a monthly. Journ. of Veter. sc. ed. by *Symons*. Vol. XL, p. 81. Mir im Original nicht zugänglich, citirt nach *Virchow-Hirsch's* Jahresbericht.

Trematoden
- *Amphistoma Collinsi. [1])
- *Gastrodiscus polymastos (Diplostomum ægyptiacum)[2]).
- Distomum hepaticum.

Cestoden
- Tænia plicata.
- Tænia perfoliata.
- Tænia mamillana.
- Cœnurus cerebralis.
- Cysticercus fistularis.

Nur ein Theil von den in dieser Liste enthaltenen Organismen kann hier überhaupt in Frage kommen; viele lassen sich ohne weiteres ausschliessen. Vor Allem gilt dies von den Cestoden, an die man vielleicht am ehesten denken möchte, theils weil für eine der Tænien des Pferdes (Tænia perfoliata) ein massenhaftes Vorkommen (bis 400 Exemplare) im Darme, insbesondere auch in Cysten der Darmwand, welche mit dem Darmlumen communicirten erwiesen ist, theils weil ein Bandwurm, Tænia mamillana, in dem Darme des untersuchten Pferdes enthalten war. Es waren 12 Exemplare dieses kleinen zierlichen Parasiten

---

[1]) Citirt nach *Heller*, die Schmarotzer, mit besonderer Berücksichtigung der für den Menschen wichtigen. München und Leipzig, Oldenbourg's Verlag, 1880. Erst neuerdings in Indien entdeckt, lebt zu Tausenden im Dickdarm.

[2]) Citirt nach *Krabbe*, Untersuchungen über das Vorkommen von Eingeweidewürmern im Darmkanal des Pferdes. *Bollinger* und *Frank*'s deutsche Zeitschrift f. Thiermedicin und vergleich. Patholog. VI. Bd., S. 118. Von *Sonsino*, The Veterinarian etc. 1877, S. 49 u. 121, bei 2 von 15 Pferden, einmal in 6 Exemplaren im Dünndarm, einmal in ca. 100 Exemplaren im Dickdarm gefunden; 13 mm lang, 6 breit. Die Bezeichnung Diplostomum ægypt. rührt von *Cobbold* her. Eine ausführliche Beschreibung lieferte unter *Leuckart*'s Leitung *Carl von Lejtény*. Ueber den Bau des Gastrodiscus polymastos, Abh. der Seukenberg. Naturf. Gesellsch. zu Frankfurt a/M., XII. Bd. S. A.

vorhanden (*Blumberg*[1] sah bis 100 Exemplare bei einem Thier). Gegen die Annahme einer Zugehörigkeit unseres Parasiten zu dem Entwicklungsgange dieser Tænia ist hier nicht so sehr anzuführen, dass dies für denselben eine Weiterentwicklung ohne Zwischenwirth voraussetzen müsste,[2]) als der Mangel der Embryonal-Hacken in den

---

[1]) Ein Beitrag zur Anatomie der Tænia plicata, Tænia perfoliata und Tænia mamillana. *Gerlach*'s Archiv f. wissensch. und prakt. Thierheilk., redigirt von *Müller* und *Schütz*, III. Bd. Berlin 1877, S. 33. Die Verbreitung der drei genannten Tænien, sowie die Zahl der von jeder derselben gleichzeitig zu findenden Individuen unterliegt übrigens örtlichen Schwankungen.

[2]) Ueber die Entwicklung der Tænia mamillana ist noch nichts bekannt; sie theilt dies Geschick jedenfalls mit den meisten, soweit ich aus den Litteraturangaben entnehmen kann, sogar mit allen Tænien (nicht den Cysticercen) der pflanzenfressenden Hausthiere; in dem mehrfach citirten Aufsatze über Helminthen im Dict. de Médec. finde ich diese Angabe in stereotypischer Wiederholung. So ist denn auch von *Mégnin* (Nouvels observations sur le Développement et les Métamorphoses des Ténias des mammifères, Comptes-rendus de l'Acad. d. sc., T. XX, cit. nach *Virchow-Hirsch*'s Jahresber. f. d. ges. med. W.) für die Tænien der Pflanzenfresser der Ablauf aller Entwicklungsvorgänge ohne Wirthswechsel geradezu als unerlässlich hingestellt worden; eine Annahme, die vorläufig wohl kaum Anhänger finden wird. — Aus einem Citate des Dict. de Médec. vétér., S. 131, ohne Quellenangabe, ist allerdings zu entnehmen, dass *van Beneden* in dem Cysticercus fistularis des Pferdes die Finne der Tænia perfoliata annehme; nach derselben Quelle hätten andere dieselbe Möglichkeit für T. plicata zugegeben. (Beide Tænien sind auch sonst manchmal zusammengeworfen.) Wenn auch alles dies, wie oben gezeigt, für uns ausser Betracht bleiben kann, so möchte doch die Frage nach den betreffenden Zwischenwirthen, bezw. nach dem Entwicklungsgange der «Oncosphären» *(Braun)* derselben ein wichtiges Untersuchungsobjekt bilden. Ich darf vielleicht noch das Eine bemerken, dass, schon ehe ich das «Globidium» kannte, das Fehlen von Eiern in den Endgliedern der Tænia mamillana mir die Frage nahelegte, ob hier, wie bei T. perfoliata die zuerst entstehenden Proglottiden

Kapseln; dieser, an Hunderten von Präparaten constatirte negative Befund ist wohl unanfechtbar; eine Discussion aller anderen Fragen, die sich weiter an die Hypothese eines Zusammenhanges mit Tænia mamillana knüpfen müssten, so über die Art, wie die Eier oder Larven überhaupt in die Darmwand gelangen konnten, über die Bedeutung der ganz eigenartigen Entwicklungsstadien u. A. m. dürfte damit von vornherein überflüssig werden.

Wenden wir uns zu den beim Pferde gefundenen Trematoden. Ein Zusammenhang mit unserem Parasiten kann auch hier wahrscheinlich verneint werden. Die Eier von Distoma hepaticum sind genau bekannt [1]; das Fehlen des Deckels an der Kapsel, vor Allem aber die bei weitem geringere Grösse der allein in Betracht kommenden jüngeren Stadien unseres Fundes gegenüber der mächtigen Grösse jener Eier, schliessen jede Beziehung aus; die Entwicklungsgeschichte des D. hepaticum ist ausserdem durch *Leuckart*'s [2] neue Untersuchungen so weit aufgeklärt, dass jede Spekulation, die etwa Larvenformen jenes Thieres vermuthen wollte, hinfällig wird. Die beiden anderen beim Pferde vorkommenden Trematoden (Amphistoma Collinsii und Gastrodiscus polymastos) sind bisher in Europa nicht zur Beobachtung gelangt; wir brauchen sie daher wohl nicht zu berücksichtigen. Es könnten

---

überhaupt geschlechtslos bleiben, oder ob nicht eine Entleerung der Eier vor Abstossung der Glieder stattfindet. Ich bedaure, dass Ueberhäufung mit anderen Arbeiten mich damals verhindert hat, die letztere so einfach und leicht zu lösende Frage zu verfolgen.

[1]) Leuckart; Parasiten u. s. f. Fig. 90 f.

[2]) Vgl. Zoologischer Anzeiger, IV. S. 641. Archiv f. Naturgesch., XXXVIII. Jahrg., I. Bd. S. 80. Zoologischer Anz., V, S. 524.

also höchstens Eier eines bei dem Pferde noch nicht nachgewiesenen Distomum in Betracht kommen; ein Fall, der allzu entlegen erscheint.

Bezüglich der bei dem Pferde vorkommenden Nematoden, stösst die Kritik, soweit ich nach dem mir verfügbaren litterarischen Material urtheilen kann, auf grosse Schwierigkeiten, weil nur für einen Theil derselben etwas Positives über die ersten Entwicklungsvorgänge bekannt ist. Gerade aber aus der Klasse der Rundwürmer liegen mehrfache Beispiele einer Entwickelung in der Darmwand vor. So berichtet *Drechsler* [3]) über den Befund zahlreicher

---

[1]) Ueber Gastrodiscus polymastos, *Leuckart*, vgl. Dr. *Leitényi Karolyi.* Abhandl. der Senkenberg. Naturforsch. Gesellsch. zu Frankfurt a. M. XII. Bd.

[2]) Falls nur die direkte Betrachtung des Parasiten zur Entscheidung herangezogen würde, könnte man eher an Distomum, als an irgend welche Cestoden denken. Von den mir bekannten Abbildungen von Helminthen-Eiern gleichen gerade die eines Distomum (D. cygnoides; abgebildet bei *van Beneden*, Recherches sur la composition et la signification de l'œuf, basées sur l'étude de son mode de formation et des premières phénomènes embryonnaires; mémoires couronnées de l'Acad. R. de Belgique, XXXIV. Bd., Tafel II, Fig. 27) unserem Fremdkörper am meisten. Auch das Vorkommen von Distomen-Eiern in der Darmwand selbst fände bereits eine Analogie auf Grund eines Befundes massenhafter Distomen-Eier in der Dickdarmwand; cf. *Zaucarol*, Lésion du gros Intestin et des voies urinaires, déterminés par le Distoma hæmatobium. Gaz. hebd. de Méd. et de Chir., 1882, Nr. 22; cit. in Virchow-Hirsch's Jahresbericht.

[3]) *Drechsler, G.* Ueber einen neuen Parasiten in der Schleimhaut des Rinderdarmes, mit Zusätzen von *Graff* und *Bollinger*. Deutsche Zeitschrift f. Thiermedicin und vergl. Pathologie, II. Bd., S. 355. Eine weitere Besprechung und Abbildung desselben Parasiten lieferte *Saake*. (Die Wurmtuberkeln im submucösen Bindegewebe des Dünndarmes des Rindes und die Intussusception des letzteren. Archiv. f. wissenschaftl. und prakt. Thierheilk., III. Bd., Berlin, 1877. S. 195.) Von Wichtigkeit ist in

an Tuberkel erinnernder Knötchen in der Wand des Rinderdarmes, die z. Th. dem blossen Auge eben noch sichtbar, z. Th. bis erbsengross waren und als Inhalt einen kleinen Rundwurm zeigten; die Species konnte von *Graff*, der den Schmarotzer als Jugendform eines Nematoden bestimmte, nicht festgestellt werden. Einen Rundwurm aus der Wand des Dickdarmes des Pferdes erwähnt *Diesing*[1]; auch hier ist die Species nicht bekannt. Am meisten aber müssen hier gewisse Angaben über die Entwickelung der beiden Sclerostomum-Arten, welche im Darme des Pferdes gefunden werden, interessiren, weil sie in der That eine Analogie mit meinen Beobachtungen aufweisen. *Collin*[2] hat vor längerer Zeit die Angabe gemacht, dass die Eier des Sclerostomum armatum von dem Weibchen in die Schleimhaut des Darmes versenkt werden; *Leuckart*[3] hat später darauf hingewiesen, dass die daselbst eingekapselten Parasiten nicht in den Entwickelungskreis des Scler. armatum, sondern in jenen des Scl. tetracanthum gehören; er nimmt an, dass letzteres, nachdem es unter

---

der letzteren Abhandlung der Nachweis, dass die Verbreitung des Parasiten den Blutgefässen folgt; S. vermuthet, dass in ähnlicher Weise wie dies für Sclerostomum armatum angenommen wird, der ursprüngliche Aufenthaltsort des Nematoden ein grösseres Blutgefäss sei und dass der Uebertritt der Würmer nach dem Darme nur zum Zwecke der Auswanderung erfolge.

[1]) Systema Helminthum; Vindobon; 1850/51; citirt nach *Linstow*, Compendium der Helminthologie, Hannover 1878, S. 57; auch die nach *Linstow's* Werk erschienene Revision der *Diesing*'schen Sammlung durch *von Drasche* in «Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien», XXXII. Bd., Wien 1883, gibt keinen Aufschluss.

[2]) Mémoire sur le Développement et les Migrations des Sclerostomes. Paris, 1864, cit. nach Leuckart, II, S. 136.

[3]) Die menschlichen Parasiten, II, S. 402 u. 444 ff.

Rhabditisform im Freien gelebt hat und mit dem Wasser in den Darm des Pferdes gelangt sei, sich in der Darmwand einkapsele und hier im Inneren der Cyste sich in die definitive Form verwandele. Die kleinsten der von *Leuckart* untersuchten derartigen Wurmkapseln hatten einen Durchmesser von 0,3 mm, waren also fast doppelt so gross, als die von uns gefundenen; der darin enthaltene Wurm, etwa 1 mm lang, unterschied sich nur durch den Mangel des Mundbechers von weiter vorgeschrittenen 1,5 mm und darüber langen Exemplaren.

Durchmustern wir die in der Tabelle aufgezählten Nematoden hinsichtlich der Möglichkeit eines genetischen Zusammenhanges mit unserem Parasiten, so können wir ohne Weiteres diejenigen ausschliessen, welche lebende Junge gebären (Filaria papillosa [1]) — F. lacrymalis ist nicht in Betracht zu ziehen, vielleicht auch mit der vorigen identisch — Spiroptera circinnata [2]), Oxyuris vivipara [3]), ferner diejenigen, deren Eier schon vor der Ablage einen wurmähnlichen Embryo enthalten (Spiroptera scutata [4]), wohl auch nach Analogie anderer Oxyuriden, Oxyuris curvula [5]). Ueber die Eier der beiden anderen Spiroptera-Arten — Spiroptera megastoma, die in Knoten in der Magenwand und Sp. microstoma, die frei im Magen lebt

---

[1]) Dictionnaire de méd. vétér. (Hurtrel d'Arboval-Zundel.) II. Bd., I. Thl., Paris 1874, S. 131.

[2]) Vgl. *Zürn*, Zur Helminthologie, Wochenschrift f. Thierheilkunde und Viehzucht, 15. Jahrg. 1871, Nr. 9, S. 65.

[3]) Dict. de méd. vétér., II. Bd., 1. Theil, S. 134.

[4]) Vgl. *Müller*, Spiroptera scutata œsophagea bovis. Oesterr. Vierteljahrsschr. f. wissenschaftl. Veterinärkunde, XXXI. Bd., 1869, S. 127.

[5]) Positive Angaben habe ich nicht gefunden; es existiren jedenfalls nach *Leuckart* «einzelne Arten, die ihre Eier vor Beginn der Embryonalentwickelung ablagern». (Parasiten II, S. 325.)

— finde ich nur eine auf die erste der genannten bezügliche Angabe bei *Davaine*[1]; danach sowie nach der Analogie mit anderen Spiroptera-Arten — die allerdings keine direkte Beweiskraft hat — glaube ich auch diese Formen übergehen zu dürfen. Ueber die als Piguris reticulata aufgezählte Species — die Originalmittheilung *Schlotthauber*'s[2] ist mir augenblicklich nicht erhältlich — kann ich nichts finden; selbst der Name ist mir nur bei *Linstow* aufgestossen. Der Fundort (Blinddarm) stimmt indessen nicht zu meinem Parasiten; aus analogem Grunde kann Eustrongylus (Niere) und Strongylus micrurus (Bronchien) nicht in Betracht kommen. Von der Ascaris megalocephala wird ein ähnlicher Entwickelungsgang wie für den Spulwurm des Menschen angenommen[3]; auch sie wäre danach auszuschliessen; ihre Eier geben allerdings in bestimmten Stadien Bilder[4], die sich ausser durch den Mangel des Nebenkörpers — der indessen auch an vielen Exemplaren unseres Parasiten nicht sichtbar ist — nur durch ihre Grösse (90—100 μ)[5] von den in Fig. 3 abgebildeten unterscheiden. So bleiben nur noch die beiden Sclerostomum-Arten. Das Vorkommen einer derselben (Scl.

---

[1]) *Davaine*, C., Traité des Entozoaires et des Maladies vermineuses de l'Homme et des Animaux domestiques. Paris 1860, S. LXVII. « Oeuf oblong., presque linéaire sans Enveloppe visible, devenant un Embryon replié en demi. »

[2]) Ber. der Göttinger Naturforscher-Versammlung, 1859, p. 128.

[3]) Vgl. Dict. de méd. vétér., II. Bd., I. Thl., S. 127.

[4]) Vgl. *Meissner*, Beobachtungen über das Eindringen der Samen-Elemente in den Dotter, Nr. I. Zeitschrift für wissensch. Zool., VI. Bd., Tafel VI, Fig. 7 b. Es hat mir leider die Zeit gefehlt, diese Eier selbst einer erneuten Untersuchung zu unterziehen.

[5]) Vgl. *Davaine*, Traité des Entozoaires, S. LXX.

tetracanthum) in Cysten der Darmwand hat uns zu dieser etwas weitläufigen Durchmusterung der Entozoën des Pferdes veranlasst, da die über den Entwickelungsgang beider Arten bestehenden Angaben — dieselben fussen neuerdings ausschliesslich auf den Mittheilungen *Leuckart*'s, deren wesentlicher Inhalt sich in früheren Abschnitten dieses Aufsatzes skizzirt findet — gegen die Möglichkeit eines Zusammenhanges mit unserem Parasiten zu sprechen scheinen. Allerdings bleiben, wenn ich *Leuckart*'s Darstellung richtig auffasse, noch einige Lücken in der Lebensgeschichte beider Arten; es ist, so viel ich ersehen kann, weder der Austritt des Scl. armatum aus den Blutgefässen in die Darmhöhle, noch das Einwandern des jungen Scl. tetracanthum in die Darmwand direkt beobachtet; auch die ersten Entwickelungsvorgänge im Ei sind bisher noch nicht beschrieben. So könnte man immerhin die Frage aufwerfen, ob nicht doch vielleicht Eier einer der beiden Arten in die Darmwand gelangen könnten, sei es durch active, sei es durch embolische Einwanderung. Die Form der Eier des Scl. armatum[1]), der Ort der

---

[1]) Dieselben sind von *Gurlt* (Lehrbuch der path. Anat. der Haussäugethiere, I. Thl. S. 355) als elliptisch mit einer Einschnürung in der Mitte beschrieben; ihre Länge bestimmt *Davaine* (Traité des Entozoaires, S. LXXVII) auf 90 μ. Die eingeschnürte Form zeigte mir bei einem anderen, noch unbeschriebenen Sclerostomum Herr Professor *Studer* neben elliptischen Eiern desselben Thieres. Die Schaale ist so dünn, dass sie kein Hinderniss für active wie für passive Gestaltveränderung abgeben dürfte. Die Eier von Scl. tetracanthum sind elliptisch; jedenfalls liesse sich eher an diese Art denken; der Fundort hindert daran nichts. Neben dem Dickdarme wird auch der Zwölffingerdarm als Aufenthaltsort des Scl. tetracanthum angeführt, so dass ein gelegentliches Vorkommen im Dünndarme nicht allzu auffällig erschiene. Falls das in Fig. 12 abgebildete Exemplar nicht als abgestreifter Nebenkörper zu deuten ist, so

Cysten mit Scl. tetracanthum (Dickdarm) werden hier als Einwand anzuführen sein.

Wenden wir uns zur Erörterung der Frage, ob unser Parasit als Sporozoon aufzufassen sei.

Die Durchmusterung der Nematoden hat, ebenso wie die der Cestoden und der Trematoden, kein positives Resultat gefördert. Dennoch glaubte ich dieselbe ausführlich mittheilen zu sollen, nachdem ich in der ersten Mittheilung allein auf Grund des mikroskopischen Aussehens, allerdings in Uebereinstimmung mit dem Urtheile competenterer Fachmänner, den Parasiten als Sporozoon bezeichnet habe. Die weitere Untersuchung hat bis jetzt nichts ergeben, was in entscheidender Weise diese Auffassung widerlegt hätte, aber auch nichts, was derselben eine feste morphologische Basis geben könnte. Dies wäre nur auf Grund des Nachweises charakteristischer Entwickelungsvorgänge, nämlich der Umbildung des Inhaltes unserer Kapseln in Sporen, bezw. Embryonal-Formen, möglich. Trotzdem wir die Körper zu einer Grösse anwachsen sehen, bei welcher der Inhalt die Kapsel fast zum Bersten ausgedehnt hat, sind deutliche Sporenabgrenzungen nicht zu finden; die Andeutungen einer zelligen Differenzirung, die uns in Fig. 8 vorliegen, haben

---

wäre allerdings dessen Auffassung als frisch eingewandertes Ei eines Sclerostomum sehr nahe liegend; wie allerdings sich die spätere dicke Kapsel, Nebenkörper u. s. f. ausbilden sollen, bliebe fraglich. Ich selbst habe noch an dem Dünndarm eines mit Scl. armatum in Aneurysmen behafteten Pferdes kleine Knötchen gefunden mit ca. 0,2 mm grossen Kapseln mit formlosem Inhalt; eine sichere Deutung war aber nicht möglich. Wollte man übrigens Scl. armatum überhaupt heranziehen, so dürften auch die allerdings bis jetzt nur von *Davaine* (L. c. s. LXXVIII) gesehenen rudimentären Eier der in den Aneurysmen lebenden Thiere nicht ausser Acht gelassen werden.

eben absolut nichts, was an die bekannten Formen der Sporen erinnern könnte. Die einfache mikroskopische Betrachtung führt uns allerdings auf Gestaltungen, welche sich zum grössten Theil gut mit anderen Bildern aus jener Klasse der Protozoen vereinigen lassen; insbesondere ist auch das „Gastrula"-ähnliche Stadium unserer Figur 4, das sicherlich am schwersten im Rahmen der bekannten Entwickelungsvorgänge bei Helminthen einzureihen wäre, verhältnissmässig leicht bei dem Vergleiche mit Coccidien unterzubringen. Ich denke an die Entstehung einer zweiten, mit Micropyle versehenen Schale unter der primären Cystenwand [1]). Leider ist allerdings das Aussehen dieses Entwickelungsstadiums nicht in Einklang zu bringen mit den weitern Umwandlungen; die innere Schale verschwindet, wie oben gezeigt wurde, mit der Vergrösserung unseres Parasiten in den spätern Stadien; ihr Schicksal ist ebensowenig zu ermitteln, wie ihre Entstehung. Die in Fig. 5 und 6 dargestellten Formen sind unleugbar polycystiden Gregarinen ähnlich. Nur für die in Fig. 7 abgebildeten radiären Strichelungen im Umfange der Höhlen ist mir ein Vergleich mit entsprechenden Gregarinenformen nicht zur Hand.

Die vorstehenden Ausführungen bleiben demnach leider ohne den erstrebten Abschluss; es ist für's erste nicht möglich, die zoologische Stellung des Parasiten festzustellen. So sehr auch das Aussehen desselben nahe legt, ihn als Sporozoon aufzufassen, so dürfen wir uns doch nicht darüber täuschen, dass die Beschreibung wesentliche Verschiedenheiten von den bekannten Formen ergeben hat. Die Grösse der Kapseln ist eine relativ bedeutende; ihre Lage im Bindegewebe steht nicht im Ein-

---

[1]) *Leuckart*, Parasiten I, 2. Aufl. S. 265.

klange mit der intracellularen, bezw. intraepithelialen Entwickelung der anderen als Sporozoen anerkannten Parasiten der Säugethiere. Unklar ist die Rolle des Nebenkörpers; ganz unerklärt und weiterer Untersuchung jedenfalls werth sind die auf eine Elimination desselben hinweisenden Beobachtungen. Fortgesetzte Prüfung verdienen auch die glänzenden Kugeln. Sind sie den Amyloid-Körpern mancher Gregarinen verwandt? Es lassen sich gegen die Identität beider einige Versuche, welche Herr *Schäzzel* über die Wirkung von Schwefelsäure nach Jodbehandlung angestellt hat, anführen; es gelang dabei nicht, die braune Färbung in eine weinrothe oder veilchenblaue *(Kloss)* [1]) überzuführen. Oder sind es — falls es sich, entgegen der ersten Annahme, um Helminthen-Eier handelte — als secundärer Dotter *(v. Kölliker)* [2]) oder Deutoplasma (in dem von *Ludwig* [3]) modificirten Sinne der *van Beneden*'schen [4]) Bezeichnung) aufzufassende Gebilde? In welcher Beziehung stehen sie zu der aus einer chemisch ähnlichen, wahrscheinlich identischen Substanz gebildeten Hülse (Fig. 4)? Auch die Schale bedarf noch weiterer chemischer Prüfung; Versuche, die ich gemacht habe, waren resultatlos; vielleicht, weil ich die Präparate nicht genügend von Celloidin befreit habe; es wäre aber für die Entscheidung der zoologischen Frage immerhin wün-

[1]) Citirt nach *Bütschly; Bronn*'s Klassen und Ordnungen des Thierreich's, I. Bd., 2. Aufl., S. 517.

[2]) *v. Kölliker*, Entwicklungsgeschichte, II. Aufl., S. 48 ff.

[3]) *Ludwig*, Ueber die Eibildung im Thierreiche; gekrönte Preisschrift, Würzburg 1874, S. 196.

[4]) *van Beneden*, Recherches sur la Composition et la Signification de l'Oeuf, basées sur l'étude de son mode de Formation et des premières Phénomènes embryonnaires. Mémoires couronnées, publiées par l'Acad. R. de Belgique, T. XXXIV, 1870, S. 233 ff.

schenswerth, festzustellen, ob sie die von *Kölliker*[1]) und *Schneider*[2]) nachgewiesene Löslichkeit der Hülle von Gregarinen in Essigsäure mit diesen theilt. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchung sein müssen, die hier angedeuteten Gesichtspunkte zu verfolgen. Vor Allem natürlich wird das Bestreben dahin gehen müssen, an der Hand neuer Präparate zunächst den Zusammenhang der verschiedenen Formen, etwaige Uebergangsstadien und wo möglich frühere oder spätere Entwicklungsstufen zu ermitteln; die Hoffnung, auch ohne dass neues Material von andern Thieren hinzukäme, solche zu finden, darf nicht aufgegeben werden, nachdem schon die seit meiner ersten Mittheilung gewonnenen Schnitte so manches Neue gezeigt haben. Stoff zu weiteren Präparaten ist noch in genügender Menge vorhanden. So lange aber durch die Untersuchung nicht die Zugehörigkeit der vorliegenden Gebilde zu einer anderen bereits bekannten Thierform erwiesen wird, glaube ich, den zuerst vorgeschlagenen Namen „*Globidium Leuckarti*“ denselben auch weiterhin beilegen zu dürfen.

Erklärung der Abbildungen. Taf. VII.

Fig. 1. Schnitt aus der Darmwand, von der Seitenfläche einer Querfalte. Ueber und zwischen den in ihrer ganzen Länge getroffenen Zotten bei *a* Bruchstücke der « Spitzenkegel » benachbarter Zotten, welche durch das Einbettungsmaterial (Cel-

---

[1]) *Kölliker*, Beiträge zur Kenntniss der niederen Thiere, I, über die Gattung Gregarina. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, I. Bd., S. 1—37 (cit. nach *Bütschly*).

[2]) *Schneider, Aimé*, Contributions à l'Histoire des Grégarines d'invertèbres de Paris et Roscoff. Archives de Zoologie expérimentale, IV, S. 493 ff. (cit. nach *Bütschly*).

loidin) in ihrer Lage geblieben sind. *m* Längsschicht, m^1 Ringschicht der Muscularis Mucosæ. *s* secernirender Theil von *Lieberkühn*'schen Drüsen. * Globidium. Hartnack 1. Oc. 2. Camera. Mit Alauncarmin gefärbtes Balsampräparat.

Fig. 2. Globidium; die Höhlung mit glänzenden Kugeln ausgefüllt; Fortsatz der Kapsel (*) an dem dem Nebenkörper gegenüberliegenden Pol. Picrocarmin, Canadabalsam.

Fig. 3. Gruppirung der glänzenden Kugeln in der Peripherie. — Kapselfortsatz (*) bei dem Nebenkörper. Alauncarmin. Glycerin.

Fig. 4. Bildung einer glänzenden Innenkapsel mit micropylenartiger Oeffnung *(o)*. * Bläschenartiger Körper in der Kapsel. ** Kernartiges Gebilde in der inneren Hülse. Ungefärbt. Glycerin.

Fig. 5. Umwandlung des Kapselinhaltes in eine körnige Masse. Picrocarmin, Balsam.

(Fig. 2—5. Hartnack 8, Oc. 2, eingeschobener Tubus.)

Fig. 6. Vacuolenartige Höhlen im Kapselinhalt. Alauncarmin, Balsam. Hartn. 7, Oc. 2, Camera.

Fig. 7. Weiteres Auswachsen der Vacuolen; Radiäre Strichelung ihres Saumes. Alauncarmin, Balsam. Hartn. 8, Oc. 2. Camera.

Fig. 8. Nische mit micropylenartiger Oeffnung (*mp*) in der Kapselwand. Zellenähnliche Gebilde in der Kapsel. Picrocarmin, Glycerin. Conturen Seibert V, Oc. 1, ausgef. Seibert $^1/_{12}$. Oelimmersion.

Fig. 9. Kapsel ohne Nebenkörper, mit körnigem, vacuolenreichem Inhalt. Bei * kernähnlicher Körper nahe bei einem Kapselfortsatz. Glycerin, Alauncarmin. Hartn. 8, Oc. 2.

Fig. 10. Zellenanhäufung in der Umgebung eines Globidium; letzteres zeigt in dem Präparat eine von Kugeln erfüllte Kapsel ohne Nebenkörper. Picrocarmin, Balsam. Seibert V, Oc. 0. Camera.

Fig. 11. Zotte mit drei Globidien. Alauncarmin, Balsam. Hartn. 4, Oc. 2.

Fig. 12. Freies Ende einer Darmzotte. Bei * Protoplasmamasse mit zarter Kapsel. Picrocarmin, Balsam. Hartn. 8, Oc. 2.

Dr. Adolf Valentin.

Ueber die Beschaffenheit der riechbaren Stoffe und die Ursachen des Riechens.

Vorgetragen in der Sitzung vom 12. Januar 1884.

Die Ursachen keiner Sinneswahrnehmung sind uns so wenig bekannt, als diejenigen des Riechens. Wir wissen blos, dass Gerüche nur wahrgenommen werden, wenn die Ausdünstungen der riechenden Stoffe durch die Luft uns zukommen. Im Wasser aber, oder wenn die Nasenhöhle mit Flüssigkeit, selbst mit riechender Flüssigkeit, gefüllt ist, riecht man nichts [1]) und wenn wir die Geruchswahrnehmungen des Menschen und der luftathmenden Thiere analysiren wollen, so müssen wir von vorneherein das sogen. Riechen der Fische und übrigen Wasserthiere von unserer Betrachtung ausschliessen. In der That hat trotz der grossen morphologischen Aehnlichkeit der Geruchsorgane der Fische mit denen der höhern Thiere schon der ältere Duméril darauf hingewiesen, dass die durch diese sogenannnten Geruchsorgane vermittelte Sinnesempfindung kein Riechen in unserem Sinne sein kann, sondern als

[1]) *Tortual,* die Sinne des Menschen in den wechselseitigen Beziehungen ihres physischen und organischen Lebens, ein Beitrag zur psychischen Aesthetik, Münster, 1827. *E. H. Weber*, Müller's Archiv 1847, p. 342. *G. Valentin*, Lehrb. der Physiol., II 2, p. 538. *Fröhlich,* Sitzb. der Wiener acad. math. naturw. Cl. 1851, p. 322.

Wahrnehmung der chemischen Beschaffenheit des umgebenden Wassers wohl mehr unsern Geschmacksempfindungen analog sein muss. Es hat sich, wenn wir den Ansichten der Zoologen folgen, das eigentliche Riechen in der Thierreihe erst dann ausgebildet, als die luftathmenden, auf dem trockenen Lande lebenden Thiere sich entwickelten. Damit stimmt überein, dass die ursprünglich auf dem Lande lebenden Säugethiere, die wieder zu Wasserthieren geworden sind, nicht mehr im Stande waren, ihr Geruchsorgan diesem Elemente anzupassen; die Cetaceen haben äusserst verkümmerte Geruchswerkzeuge, welche wahrscheinlich gar keine Sinnesfunktion mehr verrichten können.

Wir können also als sicher annehmen, dass die riechenden Stoffe auf dem Wege der Luft, in Luft gelöst, also wohl in Gasform zur Nase gelangen. Sie müssen demnach alle verdampfbar sein. Von sonstigen Eigenschaften waren bisher nur zwei beachtet worden. Einmal hat Benédict Prévost [1]) aus Genf gezeigt, dass die schon früher bekannten Bewegungen des Camphers auf Wasser nicht nur dieser Substanz, sondern der Mehrzahl der riechenden Körper eigenthümlich sind und dass eine dünne Wasserschicht von denselben bis zu einer gewissen Entfernung zurückgestossen wird. Sodann hat Tyndall [2]) nachgewiesen, dass die Dämpfe vieler riechenden Substanzen auch bei grosser Verdünstung die strahlende Wärme äusserst stark absorbiren.

---

[1]) *Bénedict Prévost,* divers moyens de rendre sensibles à la vue les émanations des corps odorants, 1799. Cloquet, Ophresiologie. Deutsch, Weimar 1824, p. 26. *Liégeois,* Arch. de physiol. norm. et path., 1868.

[2]) *J. Tyndall,* Wärme, übers. v. H. Helmholtz u. G. Wiedemann, 3. Aufl., 1875. Auszug bei Vintschgau, Hermann's Physiologie, II. Theil des III. Bandes, pag. 265.

Aus diesen Anfängen einer physikalischen Untersuchung der Düfte lässt sich noch keine klare Vorstellung über ihr Wesen bilden. Indessen haben mich pathologische Thatsachen veranlasst, eine solche Vorstellung wenigstens zu suchen. Bei der atrophischen Rhinitis nämlich, welche mit Krustenbildung und stinkender Zersetzung dieser Krusten verbunden ist, kam mir einige Mal der sonst seltene Fall vor, dass auch die obern Schleimhautgebiete der Nase, also eine die Geruchsspalte begrenzende und umfassende Gegend, die eigenthümliche Trockenheit und den Firnissglanz darboten, welche sonst nur für die hintern Nasenparthien bei dieten Leiden charakteristisch sind. Dabei war das Riechvermögen in diesen Fällen geschwunden. In den meisten Fällen kehrte es auch nicht wieder; in einem aber, bei einem 21jährigen, sonst gesunden Mädchen, kehrte es zurück, sobald durch einen den untern Nasengang verschliessenden Wattetampon während einiger Stunden die übermässige Zufuhr trockener Luft gehindert und damit die Schleimhaut vom eigenen Sekret wieder feucht gemacht wurde. Offenbleiben des entsprechenden Nasenloches führte nach etwa einem halben Tage wieder zu völliger Anosmie.

Es muss also die Flüssigkeitsschicht, welche die Lage der Riechzellen in der Geruchsspalte bedeckt, beim Riechen eine wesentliche Rolle spielen. In der That finden wir bei allen riechenden Thieren eine solche Flüssigkeitsschicht, für deren Erhaltung bei den experimentell ermittelten Geruchsorganen gewisser Insekten sogar eigene, sonst kaum erklärbare Vorrichtungen vorhanden sind.[1]) Dabei fällt sofort auf, dass es sich beim Riechen nicht um

---

[1]) *Gust. Hauser.* Ueber das Geruchsorgan der Insekten. Diss. inaug., Leipzig, W. Engelmann, 1880, p. 10, 29.

Auflösung der Riechstoffe in dieser Flüssigkeit handeln kann, da die meisten riechenden Substanzen in Wasser schwer löslich oder ganz unlöslich sind. Die Flüssigkeit scheint eher dazu bestimmt, die gasförmigen Riechstoffe zu kondensiren und es liegt nahe, daran zu denken, dass gerade eine solche Kondensation im Stande sein wird, als Reiz auf die nervösen Endorgane der Riechnerven zu wirken. Durch Uebergang aus einem höhern Agreggatzustand in einen niedern wird ja immer Wärme, gebundene Kraft, frei. Höchstwahrscheinlich geschieht dies unter bestimmten Schwingungen des kondensirten Moleküls, Schwingungen, deren Dauer, Form und Elongation mit der chemischen Natur des Moleküls zusammenhängen und charakteristisch für dieselbe sind. Wenn diese Schwingungen als Reiz für die nervösen Endorgane auftreten, so werden sie dort eben auch charakteristische Eindrücke hervorrufen, so gut wie dies bei den Schwingungen des Lichts und der tönenden Körper in Auge und Ohr der Fall ist.

Es kann indessen eine solche Schwingungen herbeiführende Kondensation nicht allein durch Unlöslichkeit, sondern auch durch blosse Schwerlöslichkeit in Wasser, respektive in der Riechflüssigkeit, bedingt sein. Wir sehen ja, dass die Lösung in Wasser nur bei leichtlöslichen Körpern rasch und ohne Anstoss vor sich geht. Schwerlösliche Körper, selbst wenn sie in minimalen Quantitäten in's Wasser kommen, erzeugen sofort eine emulsionsartige Trübung. So kann man beim Verdampfen von Phenol und Ueberleiten des Dampfes in kaltes Wasser schon nach Beginn des Versuches eine solche Trübung deutlich wahrnehmen und erst nachträglich verschwindet dieselbe wieder. Es müssen also auch die Dämpfe von in Wasser schwer löslichen Körpern zunächst in der auf

der Oberfläche der Geruchsspalte stagnirenden Flüssigkeitsschicht kondensirt werden, und erst später — der grossen Ruhe derselben wegen vielleicht recht spät — sich wieder auflösen.

In der That sind die meisten riechbaren Körper in Wasser schwer- oder ganz unlöslich. In homologen organischen Reihen, z. B. den Reihen der Fettsäuren, der Aether, der Alkohole, der Aldehyde, der Amine, riechen die höhern Glieder, welche bei kohlenstoffreicherem grösserem Molekül in Wasser schwerer löslich sind, als die niedern, weit durchdringender und nachhaltiger, als diese. Freilich steigt bei diesen höhern Gliedern auch der Siedepunkt bisweilen über die für ihre Existenz nöthige obere Temperaturgrenze, so dass sie durch Nichtverdampfbarkeit wieder ihren Geruch einbüssen, wie dies z. B. bei den hohen Fettsäuren und Aethern der Fall ist.

Begünstigt wird dabei die Riechbarkeit durch die Schwere des grössern Moleküls. Grossmolekülige Substanzen werden bei der Kondensation eben mehr Wärme frei lassen, als kleinmolekülige, und hiermit hängt wohl die Erklärung der Tyndall'schen Versuche zusammen, welche die starke Wärmeabsorption der Dämpfe starkriechender, grossmoleküliger Substanzen nachwiesen.

Sehr geeignet zu einer ergiebigen, mit Kraftentwicklung verbundenen Kondensation sind vor Allem die leicht sublimirbaren Stoffe. Dieselben gehen ja beim Verdampfen direkt aus dem festen in den gasförmigen Zustand über und bei der Kondensation wird der umgekehrte grosse Sprung gemacht. So sehen wir denn auch, dass die in Wasser unlöslichen sublimirbaren Körper, wie Jod, Tetrachlorkohlenstoff, Jodoform, Kampher, Naphthalin, die intensivsten und haftendsten Gerüche besitzen. Bei ihnen sowohl, als bei vielen andern riechen-

den Körpern tritt dazu eine leicht experimentell zu konstatirende, aber noch wenig erklärte physikalische Erscheinung, nämlich die grosse Tendenz, auch tief unter ihrem Siedepunkte zu verdampfen und sich in eine Schicht des eigenen Dampfes einzuhüllen, eine Tendenz, welche, verbunden mit ihrer Unlöslichkeit in Wasser, die oben erwähnten, von Prévost und Liégois betonten Erscheinungen der Rotation und Abstossung herbeiführt. —

Indessen gibt es eine grosse Reihe von Substanzen, welche in Wasser löslich und doch riechbar sind, also scheinbar unserer Annahme widersprechen. Dieselben lassen sich in mehrere, allerdings im konkreten Fall in einander übergreifende Gruppen zerfällen. Eine grosse Anzahl derselben wirkt gleichzeitig auf die Trigeminusäste der Nasenschleimhaut stark reizend ein. Es sind dies die flüchtigen Alkalien und Säuren, die Senföle, die reizenden Metalloiddämpfe und andere stark wirkende, zum Niessen und Thränen Veranlassung gebende Substanzen. Bei diesen wird die Reizung der Riechzellen wohl in weit brutalerer Weise vor sich gehen, als bei den ächten Riechstoffen. Die Verbindung des reizenden Dampfes mit dem Eiweissmolekul der Riechflüssigkeit oder der Riechzelle selbst wird eben auch Wärme und schwingende Kraftäusserungen entwickeln. Indessen übertönt die starke Gefühlsempfindung vielfach die Geruchsempfindung und wir haben daher bei dieser Gruppe durchschnittlich weniger scharf individualisirte, charakteristische Geruchsempfindungen, als bei den nichtreizenden Riechstoffen. Wir können bei den chemisch reizenden Gasen meist nur dann schärfer individualisiren, wenn neben der nicht zu starken chemischen Reizung gleichzeitig den oben erwähnten Bedingungen des charakteristischen Riechens genügt wird, wie dies bei den höhern

grossmoleküligen Säuren und Aminen, bei den Senfölen und gewissen Metalloiden der Fall ist. Um von beiden Extremen Beispiele anzuführen, so sehen wir, dass die kleinmolekuligen niedersten Amine in ihrem Geruch stark an Ammoniak erinnern, dass die niedersten Fett- und sonstigen kleinmolekuligen organischen Säuren recht ähnliche Geruchsempfindungen auslösen, wie die Essigsäure, also hier durch das ungeübte Geruchsorgan nur gruppenweise, nicht individuell unterschieden werden können. So sehen wir auch, dass bei der Reihe Chlor, Brom, Jod das enorm reizende, aber kleinmolekülige Chlor viel weniger charakteristisch riecht, als das weniger reizende, grossmolekülige Jod; nach beiden Richtungen liegt das Brom in ihrer Mitte.

Eine Reihe von Stoffen wird durch Wasser rasch unter Bildung von Niederschlägen zersetzt; diese werden besonders stark riechen müssen, selbst wenn sie zunächst in Wasser löslich sind. Beispiele dafür sind Chlorjod, Selenoxyd, Selenwasserstoff, Chlorkohlensäureäther, Kakodylchlorür, die meisten Metallalkyle, Allylpseudocyanat und andere. Uebrigens haben wir in der die Geruchsschleimhaut deckenden Flüssigkeit nicht Wasser, sondern eine schwach alkalische, mit Schleim und gelöstem Eiweiss durchsetzte Salzlösung zu suchen. In solchen Flüssigkeiten können auch manche Präcipitationen zu Stande kommen, die im reinen Wasser nicht auftreten würden, so vor Allem die Präcipitation des Schwefels aus manchen Sulfiden. Schwefelwasserstoff und andere in Wasser leicht lösliche Sulfide zeichnen sich durch ihren starken Geruch aus, wiedersprechen also scheinbar unseren Annahmen. Trotzdem lässt sich aus ihrer leichten Reducirbarkeit, die in mit organischen Substanzen getränkten Lösungen fast augenblickliche Fällungen von

Schwefel zur Folge hat, dieser scheinbare Widerspruch mit unserer Anschauung wohl erklären. Man nimmt bei ihnen eben nicht das Schwefelwasserstoffmolekül selbst wahr, sondern das gefällte Schwefelmolekül, und in der That riechen die als Liquor Beguini früher an manchen Orten (Pharmacopœa Hannoverana) officinell gewesenen Ammoniumpolysulfidgemenge, welche ihren Schwefel noch leichter präcipitiren, als Schwefelwasserstofflösung, viel intensiver, als diese selbst.

Allerdings kann hier ein Faktor in Frage kommen, der beim Riechen eine noch nicht aufgeklärte Rolle zu spielen scheint, nämlich die Oxydation durch Sauerstoff. Die meisten Riechstoffe sind leicht oxydirbar und durch ihre Oxydation werden sie zu geruchlosen Körpern verbrannt, so dass man oxydirende Flüssigkeiten, wie mineralisches Chamäleon und chromsaure Kaliumlösung geradezu als Desodorantien anwendet. Ob auf der Riechschleimhaut nicht ähnliche Oxydationsprozesse vor sich gehen, ob die damit verbundene Wärmebildung nicht einen wichtigen Beitrag zur Geruchsempfindung liefert, das sind Fragen, zu deren Lösung weder das Experiment noch die bisherige Bekanntschaft mit der histologischen und chemischen Beschaffenheit der Riechschleimhaut und ihrer Flüssigkeitsbedeckung bis dahin Beiträge geliefert haben.

Schwer scheint unsere mechanische Riechtheorie mit der Thatsache vereinbar zu sein, dass manche chemisch wenig reizende und in Wasser lösliche Körper doch riechbar sind, wie vor Allem die niedern Alkohole und Aether, die den sogenannten geistigen Geruch darbieten. Indessen haben diese Substanzen eine so grosse Affinität zum Wasser, dass sie sich mit ihm direkt unter Volumsverminderung und messbarer Wärmeentwicklung, also Freiwerden von Kraft, verbinden. Eine ähnliche Kontraktion

tritt auch bei manchen Stoffen der schon genannten Gruppen auf, wie beim Aceton, beim Ammoniak und den Aminen. In diesen Fällen ist also die zur Erregung nöthige Kraft ohne weiteres nachweisbar. In welcher Weise sie aber zu charakterisirten Empfindungen führt, ist nicht ganz klar. Immerhin gilt auch für diese Gruppe, dass die blos in Folge der Kontraktion riechbaren Anfangsglieder der Reihen unter einander recht ähnlich riechen und dass die Individualisirung des Geruches erst mit wachsendem Molekül und schwerer Löslichkeit in Wasser auffallend steigt.

Wenn die entwickelte Anschauung über das Riechen der Wirklichkeit entspricht, so werden schon eine geringe Anzahl von kondensirten Molekülen genügen, um Geruchsempfindungen auszulösen. Man wird dann die von Haller[1]), Prévost[2]), G. Valentin[3]) und Andern nachgewiesenen homöopathischen Minimalquantitäten riechbarer Stoffe, die noch deutliche Sinneseindrücke geben, erklärbar finden, analog den Minimalmengen von lebendiger Kraft, die beim Sehen und Hören die entsprechenden Eindrücke auslösen. Andererseits verursachen aber gerade diese geringen noch riechbaren Mengen von Riechstoffen Schwierigkeiten für die Lösung der Frage, ob ein Körper riechbar ist oder nicht. Phenol, Resorcin, Acidum benzoicum e resina und andere Substanzen riechen, wenn chemisch völlig gereinigt, anders, als in dem Zustande, in welchem wir sie gewöhnlich zu Gesicht bekommen, und es ist wahrscheinlich, dass manche Körper, die geruchlos sind oder nur schwach riechen,

---

[1]) *A. v. Haller,* Elementa physiol. Lausanne 1763, Tom. V p. 157.

[2]) *Prévost,* l. cit.

[3]) Loc. cit. p. 539.

dennoch für deutlich riechbar gehalten werden, weil sie mit äusserst kleinen Mengen von Riechstoffen verunreinigt sind. So rührt vielleicht der Geruch des Chloralhydrats, das allerdings zur Gruppe der reizenden flüchtigen Körper gehört, aber doch viel charakteristischer riecht, als andere Stoffe derselben Gruppe, gar nicht allein von diesem selbst her, sondern von Polymeren des Chlorals, die bei der Chloralbildung regelmässig entstehen und der Bedingung der Unlöslichkeit in Wasser völlig genügen. Ein sehr reines Chloralhydrat riecht in der That viel weniger eigenthümlich, als die gewöhnlichen offizinellen Präparate; doch verschwindet der fruchtartige Geruch auch bei ganz reinem Chlorhydrat nicht vollständig. —

Die von mir persönlich durchgemusterten chemisch reinen Stoffe und die vielen in den Handbüchern der Chemie angeführten Körper, soweit es mir möglich war, dieselben einzusehen, lassen sich leicht in eine der genannten Gruppen einreihen. Um so auffälliger ist es, dass einige wenige Ausnahmen von dieser Regel existiren. Es sind dies die Körper der Cyangruppe, ferner das Coniin und das Nicotin. Vielleicht liessen sich für diese Stoffe auch Verknüpfungspunkte mit unserer Anschauung auffinden, so für die Blausäurepräparate ihre leichte Polymerisirbarkeit zu unlöslichen Polycyaniden, für das Coniin und Nicotin ihre Verwandtschaft mit den Aminen und ihre grosse Zersetzlichkeit, die eben zu uns ganz unbekannten verunreinigenden Zersetzungsprodukten führen muss. Andererseits wäre es nicht unmöglich, dass die genannten für alle protoplasmatischen Körper stark giftigen Substanzen unbekannte Eiweissverbindungen liefern, deren Entstehung zu dem nöthigen Freiwerden latenter Kraft führen kann. Eine Schwierigkeit entgegengesetzter Art bietet das verdampfbare, grossmolekülige, in Wasser unlösliche und

doch geruchlose Quecksilber, doch ist es möglich, dass bei der bekannten schweren Kondensirbarkeit seiner Dämpfe diese durch die Flüssigkeitsschicht der Riechschleimhaut gar nicht gefällt werden können. Immerhin ist der geringen Anzahl scheinbarer Ausnahmen gegenüber die Zahl der mit der mechanischen Theorie des Riechens vereinbaren Fälle eine so enorm grosse, dass diese Theorie der Wahrscheinlichkeitsrechnung gemäss einen hohen Grad von Annehmbarkeit erlangt. Wir müssen also als Ursache der Riechwahrnehmung die *direkte in Form charakteristischer Schwingungen vor sich gehende Kraftübertragung vom Molekül der riechbaren Substanz auf das Endorgan des Riechnerven* ansehen, welche als Folge von Freiwerden von Kraft *bei einer Kondensation* zu Stande kommt, mag nun diese Kondensation *einem Niederschlag der in Wasser unlöslichen Substanz in der Flüssigkeit der Riechschleimhaut* entsprechen, mag sie von chemischer Verbindung mit dem Eiweiss oder von mehr physikalischer Kontraktion mit dem Wassermolekül herrühren, mag sie vielleicht das Resultat einer direkten Oxydation sein.

Unmittelbar beweisende Versuche sind begreiflicherweise kaum auszuführen. Einige indirekt die genannte Theorie stützende Versuchsreihen sollen nächstens veröffentlicht werden.

Alfred Jonquière.

Mathematische Betrachtungen über den Bau der Bienenzellen.

Vortrag gehalten in der Sitzung vom 26. Januar 1884.

In der Sitzung der naturforschenden Gesellschaft vom 26. Januar d. J. wurde die nachfolgende Arbeit in einer etwas ausgedehnteren Form vorgetragen. In der Diskussion, welche sich an den Vortrag knüpfte, war Herr Prof. Dr. Grützner so freundlich, den Verfasser aufmerksam zu machen auf die in Pflügers „Archiv für Physiologie“ erschienene Abhandlung von Dr. Müllenhoff, betitelt: „Ueber die Entstehung der Bienenzellen“. Im mathematischen Theile der genannten Abhandlung bringt Dr. Müllenhoff mehrere Untersuchungen, die zufällig vom Verfasser nachstehender Betrachtungen, ganz unabhängig von der Schrift Müllenhoffs, auch gemacht wurden. Es mussten daher natürlicherweise diejenigen Untersuchungen, welche schon von Müllenhoff veröffentlicht wurden, vollständig weggelassen werden. Immerhin dürfte vielleicht die vorliegende kleine Arbeit als Ergänzung zum mathematischen Theil der Müllenhoff'schen Abhandlung nicht ganz ohne Interesse sein.

Es ist eine bekannte Thatsache, die jedem aufmerksamen Beobachter auffällt, dass die Bienen ihren Zellen die Form von geraden, regulären, sechsseitigen Prismen geben. Weniger in die Augen fallend und deshalb auch weniger bekannt wird es sein, dass der Boden der Zelle

nicht, wie sich erwarten liesse, von einem ebenen, regulären Sechseck gebildet wird, sondern dass er eine Form besitzt, die am meisten Aehnlichkeit mit einer dreiseitigen Pyramide hat. Um uns ein anschauliches Bild dieses Zellenbodens zu machen, dürfte vielleicht folgende kurze Betrachtung nicht unzweckmässig sein:

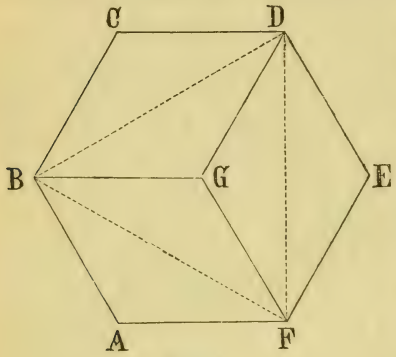


Fig. 1.

Es sei A B C D E F die obere Grundfläche eines regulären, sechsseitigen Prismas (Fig. 1). Wir verbinden den Mittelpunkt G mit B, D und F, wodurch das reguläre Sechseck in 3 Rauten zerfällt. Nehmen wir nun an, die Punkte B, D und F seien fest und der Mittelpunkt G werde senkrecht zur Zeichnungsebene um eine bestimmte Strecke p in die Höhe gehoben; dann müssen offenbar die 3 Rauten um D B, F D und B F als Axen eine Drehung machen und die Punkte A, C und E müssen sich längs den ihnen entsprechenden Kanten um dieselbe Strecke p abwärts bewegen. In Folge der Drehung der 3 Rauten haben die Winkel F A B, B C D und D E F, die ursprünglich 120^0 betrugen, um eine bestimmte Grösse abnehmen müssen. Denken wir uns die Drehung so lange fortgesetzt, bis die 3 genannten Winkel nur noch je $109^0\ 28'$ betragen, so haben wir ein genaues Bild des Zellenbodens vor uns. Wir stellen uns nun zunächst die Aufgabe, zu berechnen, wie gross die Strecke p, um welche der Mittelpunkt G aus der Ebene der Grundfläche

eraustritt, sein muss, damit die Oberfläche der Bienenzelle ein Minimum wird.

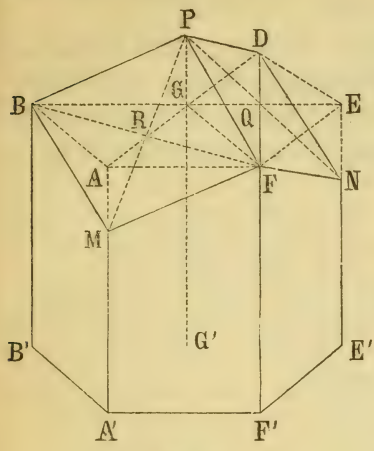


Fig. 2.

In Fig. 2 ist eine Bienenzelle sammt Zellenboden schematisch abgebildet. Die Strecke G P = A M = E N = p. Die Seite A B der Basis sei mit s, die Höhe A A′ = F F′ mit h bezeichnet. Die Oberfläche O der Zelle lässt sich nun leicht in den drei Grössen s, h und p ausdrücken.

Es besteht O offenbar

1) aus dem Flächeninhalte der Grundfläche A B C D E F (wenn wir die Zelle als geschlossen annehmen);
2) aus dem 6-fachen Inhalte einer der Seitenflächen, z. B. von A′ B′ B M;
3) aus dem 3-fachen Flächeninhalt der Raute M B P F.

Die Grundfläche $A\,B\,C\,D\,E\,F = 3 \times B\,F \times G\,R = 3 \times s\sqrt{3} \times \frac{s}{2}$

$$A\,B\,C\,D\,E\,F = \frac{3}{2}\,s^2\sqrt{3}$$

Die Seitenfläche $A'\,B'\,B\,M = s \times h - \frac{1}{2}\,s \times p$

$$A'\,B'\,B\,M = \frac{s}{2}\,(2\,h - p)$$

Die Raute $M\,B\,P\,F = B\,F \times P\,R = s\sqrt{3} \times \sqrt{\frac{s^2}{4} + p^2}$

$$M\,B\,P\,F = \frac{s}{2}\sqrt{12\,p^2 + 3\,s^2}.$$

Somit ist die Oberfläche O der Bienenzelle

$$O = \frac{3}{2} s^2 \sqrt{3} + 3 s (2 h - p) + \frac{3}{2} s \sqrt{12 p^2 + 3 s^2} \quad (1)$$

In diesem Ausdruck sei p variabel, s und h konstant. Indem wir den ersten Differentialquotienten von O nach p bilden, diesen = 0 setzen und nach p auflösen, erhalten wir für p denjenigen Werth, für welchen O ein Minimum wird. Es ist offenbar

$$\frac{d O}{d p} = - 3 s + \frac{3}{2} s \times \frac{12 p}{\sqrt{12 p^2 + 3 s^2}}$$

$$= - 3 s \left(1 - \frac{6 p}{\sqrt{12 p^2 + 3 s^2}}\right) = 0$$

$$1 = \frac{6 p}{\sqrt{12 p^2 + 3 s^2}}$$

$$36 p^2 = 12 p^2 + 3 s^2$$

$$p^2 = \frac{s^2}{8}$$

$$p = \frac{s}{\sqrt{8}}$$

Für $p = \frac{s}{\sqrt{8}}$ wird somit die Oberfläche ein Minimum (dass von einem Maximum hier nicht die Rede sein kann, bedarf wohl kaum einer besondern Erwähnung).

Wir fragen uns nun, wie gross für den soeben gefundenen Werth von p der Winkel B M F wird. Bezeichnen wir den Winkel B M F mit x, so ist

$$\sin \frac{x}{2} = \frac{B R}{B M} = \frac{\frac{s}{2}\sqrt{3}}{\sqrt{s^2 + \frac{s^2}{8}}}$$

$$= \frac{s \sqrt{3} \times \sqrt{8}}{6 s} = \sqrt{\frac{24}{36}}$$

$$\sin \frac{x}{2} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

woraus sich ergibt:

$$\frac{x}{2} = 54^0\ 44'\ 8''$$

und $$x = 109^0\ 28'\ 16''$$

Im Falle des Minimum's der Oberfläche müssten also die stumpfen Winkel der 3 Rauten des Zellenbodens je $109^0\ 28'$ betragen. Da Letzteres nun in Wirklichkeit der Fall ist, so hat die Bienenzelle in der That (bei konstantem Rauminhalte) das Minimum von Oberfläche.

Dr. Müllenhoff weist in seiner höchst interessanten Arbeit nach, dass die Bienenzellen einfach aus Gründen des Gleichgewichts genau diejenige Form annehmen müssen, die sie in Wirklichkeit besitzen. Er macht aufmerksam auf die Analogie mit den Plateau'schen Gleichgewichtsfiguren, bei welchen die sich bildenden Seifenflächen auch stets das Bestreben zeigen, sich auf eine möglichst kleine Fläche zusammenzuziehen. Sehr auffallend ist die Thatsache, dass der Winkel von $109^0\ 28'$, der bei der Bienenzelle eine so wichtige Rolle spielt, auch bei den erwähnten Seifenfiguren sich zeigt. Taucht man ein aus Draht verfertigtes reguläres Tetraeder a b c d (Fig. 3) in eine Seifenlösung, so bilden sich bei langsamem Herausziehen 6 feine, nach dem Schwerpunkte s zusammenlaufende Seifenhäutchen, von denen jedes an einer der 6 Tetraederkanten anliegt. Die in s zusammenstossenden Winkel a s b, b s d, c s d u. s. f. sind nun genau $= 109^0\ 28'$, wie sich leicht nachweisen lässt.

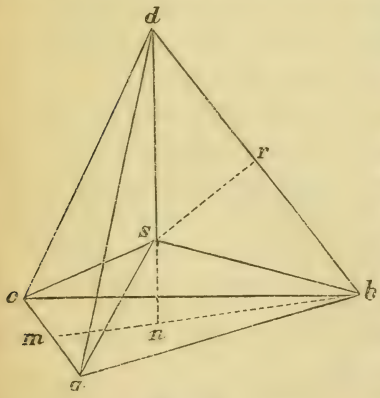


Fig. 3.

Bezeichnen wir nämlich die Seite c d des regulären Tetraeders mit S, den Winkel b s d mit x und ist n der Schwerpunkt der Grundfläche, so ist offenbar

$$m\,b = a\,b \times \sin 60^0 = \frac{S}{2}\sqrt{3}$$

$$n\,b = \frac{2}{3}\,m\,b = \frac{S}{3}\sqrt{3}$$

$$n\,d = \sqrt{d\,b^2 - n\,b^2} = \sqrt{S^2 - \frac{S^2}{3}} = S\sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$s\,d = \frac{3}{4}\,n\,d = \frac{3}{4}\,S\sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\sin\frac{x}{2} = \frac{r\,d}{s\,d} = \frac{\frac{S}{2}}{\frac{3}{4}\,S\sqrt{\frac{2}{3}}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

woraus sich wiederum ergibt:

$$x = 109^0\ 28'\ 16''$$

also derselbe Werth, den wir schon oben für den stumpfen Winkel der Rauten fanden. Mehrere vom Verfasser angestellte Messungen führten zu demselben Resultate.

Obwohl nach Müllenhoff's Theorie der Entstehung der Bienenzellen die Möglichkeit einer andern Zellenform ausgeschlossen ist, so mag es doch, vom mathematischen Standpunkte aus betrachtet, von Interesse sein, sich die Frage: „ob eine kubische Form der Zelle der hexagonal-pyramidalen in Betreff des Materialverbrauchs vorzuziehen sei oder nicht“ zur Beantwortung vorzulegen. Bevor wir an die Lösung dieser Aufgabe gehen, müssen wir einen Ausdruck für die Oberfläche der Bienenzelle aufstellen. Zu diesem Zwecke haben wir nur in Gleichung (1) für p den Werth $\frac{s}{\sqrt{8}}$ einzusetzen. Es ist aber noch wohl zu berücksichtigen, dass alle Flächen, mit Ausnahme der

obern Grundfläche, des Deckels, je 2 Zellen gemeinsam sind. Mit Rücksicht hierauf finden wir für die von einer Zelle zu liefernde Oberfläche O_z den Ausdruck

$$O_z = \frac{3\,s^2}{2}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}\right) + 3\,s\,h \quad (2)$$

Der Kubikinhalt J der Bienenzelle ist gleich dem Inhalt eines regulären sechsseitigen Prismas von derselben Basis und von der Höhe $F\,F' = h$ (Fig. 2); somit

$$J = \frac{3}{2}\,s^2\sqrt{3} \times h \quad (3)$$

Denken wir uns nun einen Würfel von demselben Rauminhalte und bezeichnen dessen Seite mit x, so ist

$$x^3 = \frac{3}{2}\,s^2\sqrt{3} \times h = h\,s^2\sqrt{\frac{27}{4}}$$

$$x^2 = 3\sqrt[3]{\frac{h^2\,s^4}{4}} \quad (4)$$

Würden alle Bienenzellen eine würfelförmige Gestalt besitzen, so wäre die von einer solchen Zelle zu liefernde Oberfläche

$$O_w = \frac{5}{2}\,x^2 + x^2 = \frac{7}{2}\,x^2$$

oder mit Berücksichtigung von (4)

$$O_w = 10{,}5\sqrt[3]{\frac{h^2\,s^4}{4}} \quad (5)$$

Die beiden Ausdrücke für O_w und O_z haben wir nun mit einander zu vergleichen. Wir setzen $\frac{h}{s} = z$ oder $h = z \times s$. Dann wird

$$O_z = \frac{3\,s^2}{2}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}\right) + 3\,s^2\,z$$

$$= \frac{3\,s^2}{2}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3} + 2\,z\right)$$

$$O_w = 10{,}5 \times \sqrt[3]{\frac{z^2 s^6}{4}} = \frac{21}{2} s^2 \sqrt[3]{\frac{z^2}{4}}$$

$$= \frac{3 s^2}{2} \times 7 \sqrt[3]{\frac{z^2}{4}}$$

Somit ist $$\frac{O_z}{O_w} = \frac{\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3} + 2 z}{7 \sqrt[3]{\frac{z^2}{4}}}$$

Es sei $$\eta = 2 z + \frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}$$

$$y = 7 \sqrt[3]{\frac{z^2}{4}}$$

Wir werden das Verhältniss von O_z zu O_w am besten einsehen, wenn wir in einem rechtwinkligen Coordinaten-System verschiedene Werthe von z als Abscissen und die entsprechenden Werthe von η und y als Ordinaten auftragen. Die Gleichung $\eta = 2 z + \frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}$ stellt dann offenbar eine Gerade, die Gleichung $y = 7 \sqrt[3]{\frac{z^2}{4}}$ eine Kurve dar, welche durch den Nullpunkt geht und oberhalb der Abscissenaxe verläuft. Wir untersuchen nun zunächst, für welche Werthe von z die Kurve von der Geraden geschnitten wird, d. h. für welche Werthe des Verhältnisses $h : s$ $O_z = O_w$ wird.

$$7 \sqrt[3]{\frac{z^2}{4}} = 2 z + \frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}$$

$$\frac{343}{4} z^2 = 8 z^3 + 12 z^2 \left(\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}\right) + 6 z \left(\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}\right)^3$$

$$z^3 + \left(\frac{3}{4}\sqrt{2} + \frac{3}{2}\sqrt{3} - \frac{343}{32}\right) z^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}\right)^2 z + \frac{1}{8}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2} + \sqrt{3}\right)^3 = 0$$

Die Auflösung dieser Gleichung liefert für z drei reelle Werthe:

$$z_1 = 6{,}3069$$
$$z_2 = 1{,}0318$$
$$z_3 = -0{,}2787$$

Die Kurve wird von der Geraden somit in 3 Punkten geschnitten, oder, was dasselbe ist, für 3 Werthe des Verhältnisses h : s wird die Oberfläche der Bienenzelle gleich der Oberfläche eines Kubus von demselben Raum-inhalte. Da jedoch h und s positive Grössen sind, so kann z nie negatif werden und es fällt daher z_3 ausser Betracht. Es fragt sich nun, ob für Werthe von z, die zwischen 1,03 und 6,3 liegen, Kurvenordinaten grösser oder kleiner sind, als die Geradenordinaten. Um diese Frage zu entscheiden, brauchen wir nur die erste Ableitung von η nach z mit der ersten Ableitung von η nach z für z = 6,3069 zu vergleichen. Es ist

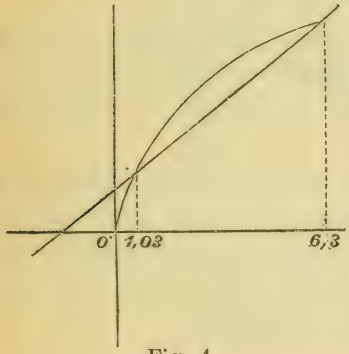


Fig. 4.

$$\frac{dy}{dz} = \frac{7}{\sqrt[3]{4}} \times \frac{2}{3\sqrt[3]{6{,}3069}}$$
$$= 1{,}59116$$
$$\frac{d\eta}{dz} = 2$$

$\frac{d\eta}{dz} > \frac{dy}{dz}$ für $z = 6{,}3$, d. h. die Richtungskonstante der Geraden ist grösser, als die Richtungskonstante der im Punkte $z = 6{,}3$ an die Kurve gelegten Tangente. Es ist daher klar, dass zwischen $z = 1{,}03$ und $z = 6{,}3$ die Kurve oberhalb der sie schneidenden Geraden liegt (Fig. 4). So lange also das Verhältniss der Höhe der Zelle zur Seite der Grundfläche grösser als 1,03 und kleiner als 6,3 ist, ist auch die Oberfläche der Zelle kleiner, als die Oberfläche eines Kubus von demselben Rauminhalte. Bei der Bienenzelle bleibt h : s stets innerhalb der angegebenen Grenzen; nehmen wir den durchschnittlichen Werth von z zu 3 an, so verhält sich

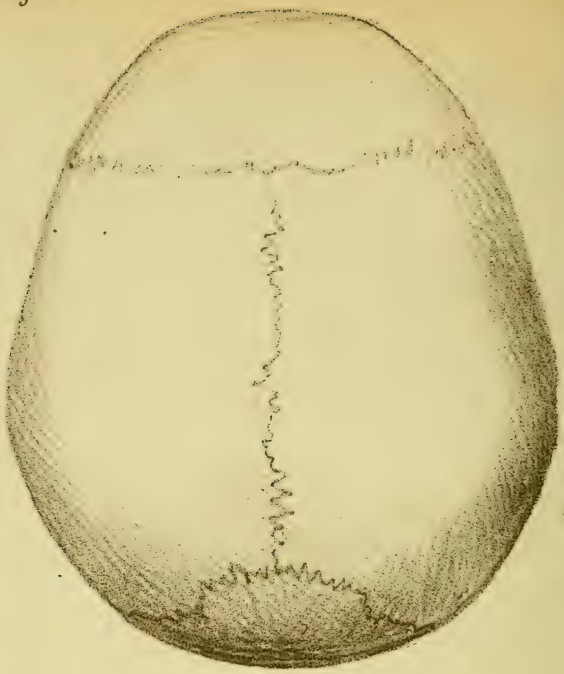
$$O_z : O_w = 8{,}4391 : 9{,}1726.$$

Wir können somit die uns vorgelegte Frage dahin beantworten, dass vom rein mathematischen Standpunkte aus die hexagonal-pyramidale Zellenform der kubischen entschieden vorzuziehen ist.

Es mag hier nur noch erwähnt werden, dass das hexagonale Prisma mit pyramidenförmiger Basis gegenüber dem Kubus noch den Vorzug einer grösseren Festigkeit und Widerstandsfähigkeit hat. Es ist hier nicht der Ort, auf diesen Punkt näher einzutreten.

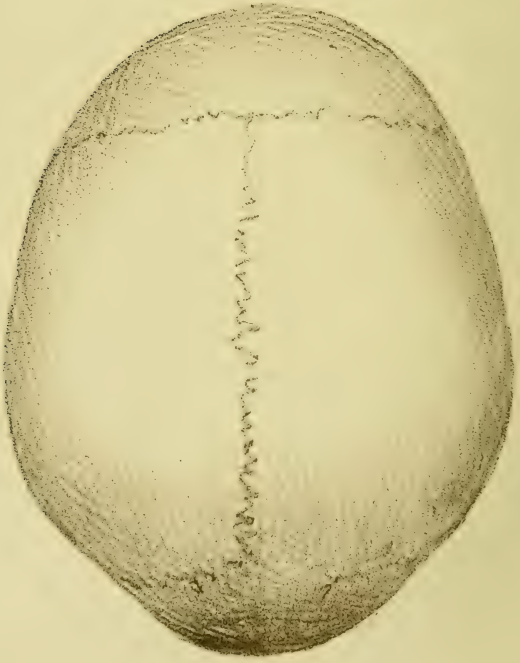
Fig. 3. Fig. 2. Fig. 1.

Fig. 1.



a.

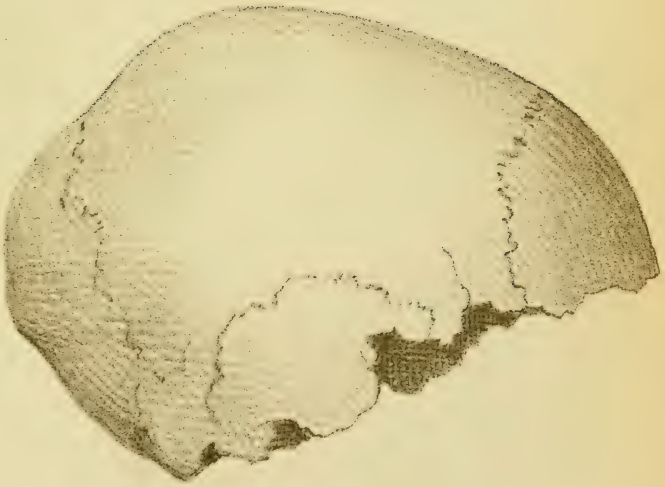
Fig. 2



a.

½ N. Bigler, Bern.

b.



b.

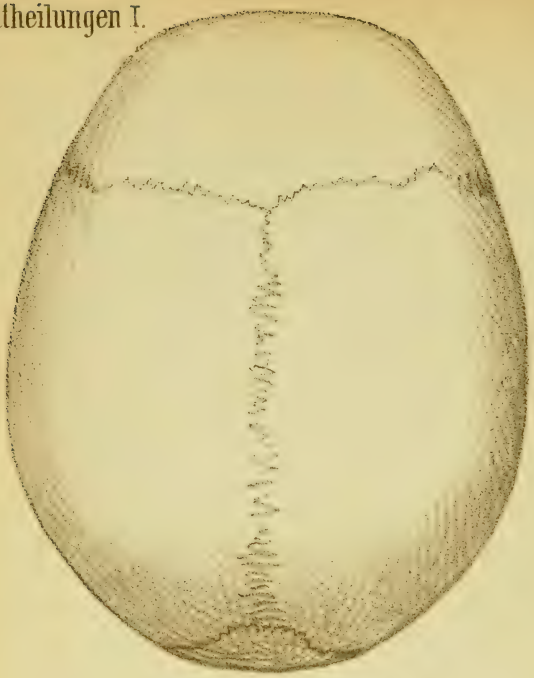


Fig. 4.

a.

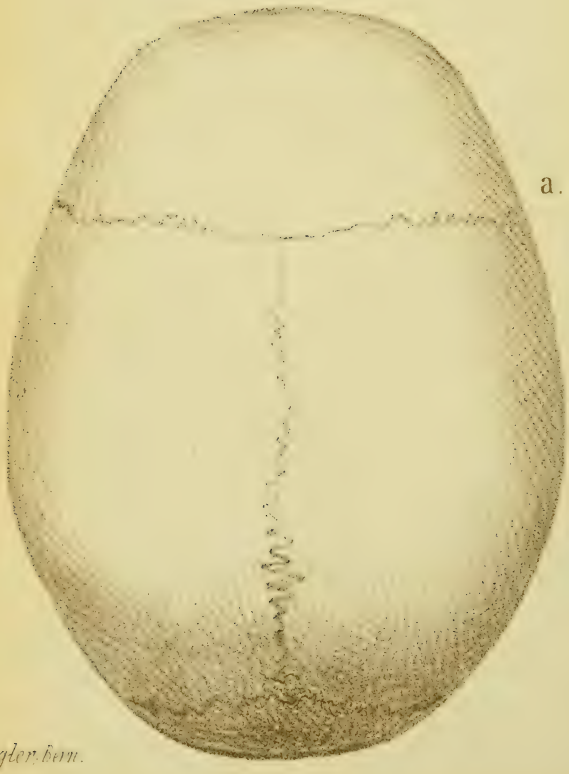


Fig. 3.

a.

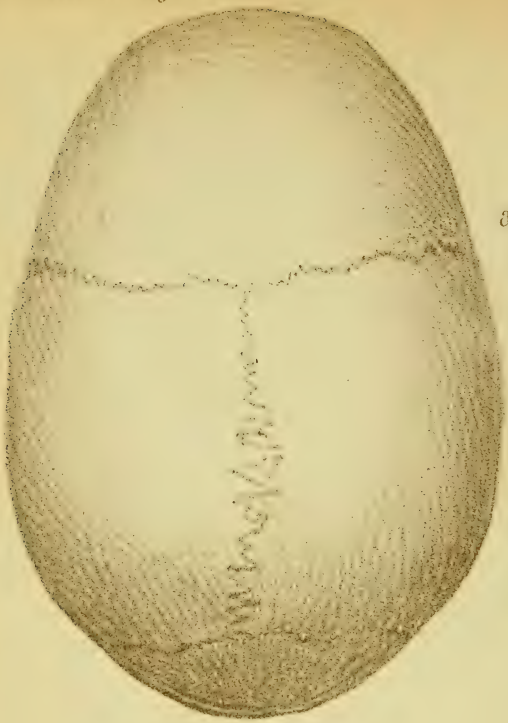
th. N. Bigler, bern.

b.

b.

A. Kummerlÿ del.

Fig. 5.



a.

Fig. 7.

Lith. N. Bigler Bern.

b.

Fig. 6.

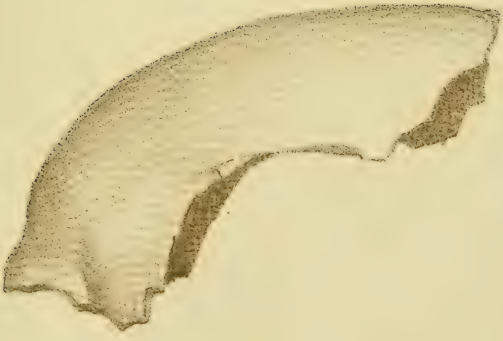


Fig. 8.

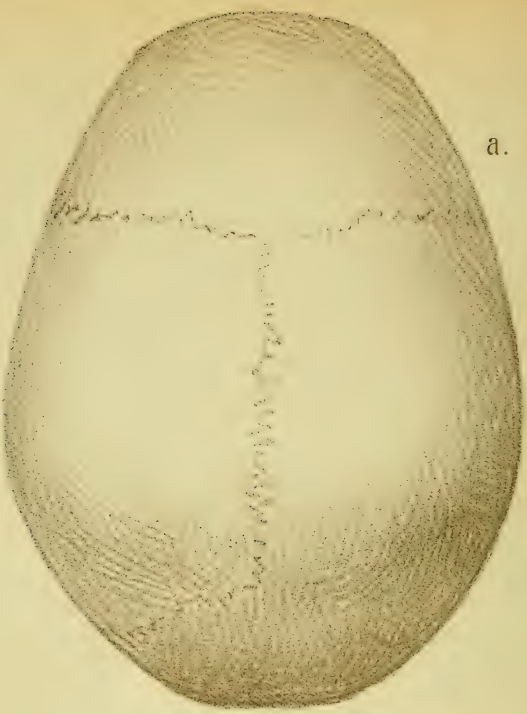
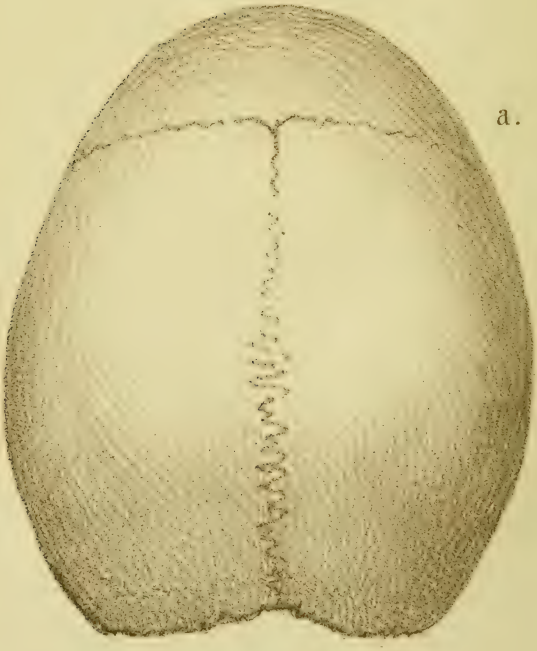
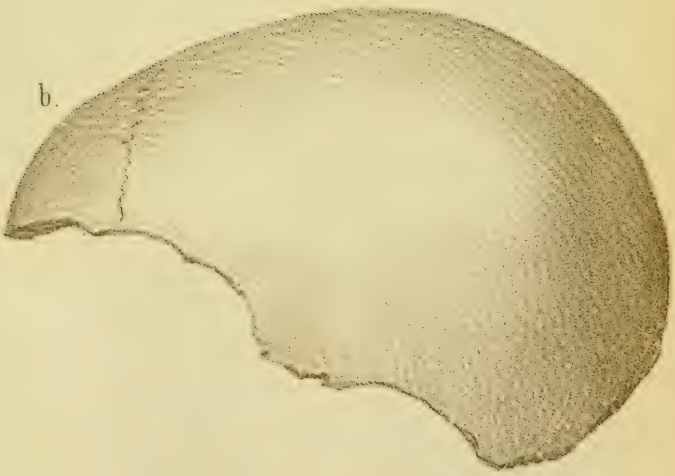


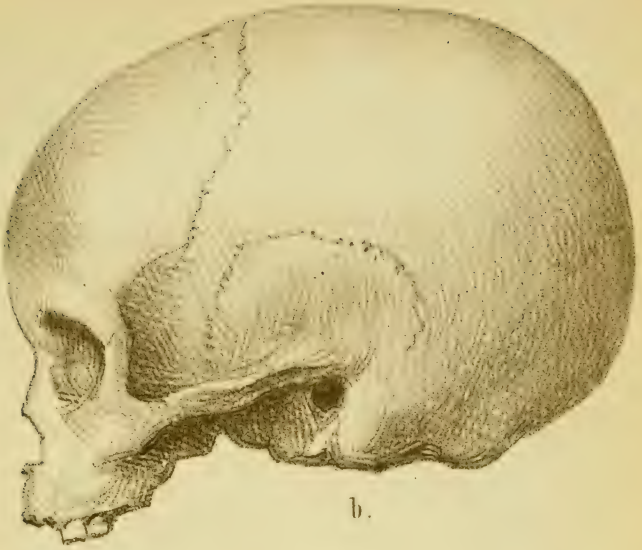
Fig. 9.



Lith. N. Bigler, Bern.

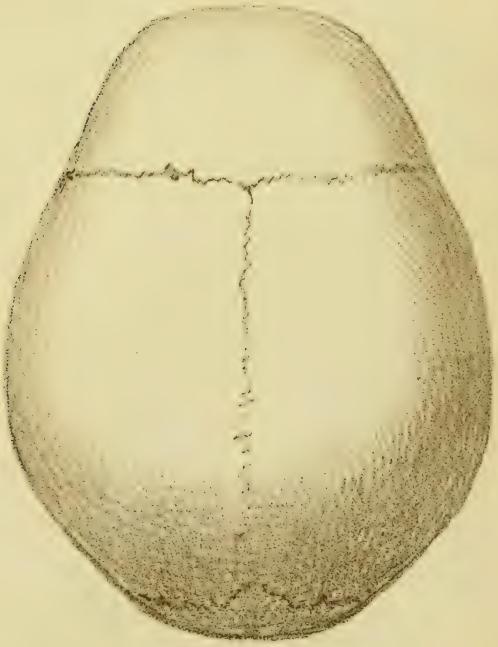
b.


b.



b.

Fig. 10.



a.

Lith. N. Bigler, Bern. A. Kümmerly.

Flesch del. Lith. Lips.

3 2044 106 306 269